

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 306**

51 Int. Cl.:

**F21S 8/00** (2006.01)

**G01S 3/02** (2006.01)

**H04L 29/08** (2006.01)

**G01C 21/00** (2006.01)

**G01C 23/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.12.2005 PCT/US2005/045106**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.08.2006 WO06091259**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2005 E 05853917 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 1856483**

54 Título: **Navegación vehicular basada en datos de calidad de sensor específicos del sitio**

30 Prioridad:

**23.02.2005 US 655544 P**

**30.03.2005 US 94042**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**23.10.2019**

73 Titular/es:

**DEERE & COMPANY (100.0%)**

**One John Deere Place**

**Moline, IL 61265, US**

72 Inventor/es:

**ANDERSON, NOEL, WAYNE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 728 306 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Navegación vehicular basada en datos de calidad de sensor específicos del sitio

5 Campo de la Invención

Esta invención se relaciona con navegación vehicular basada en datos de calidad de sensor específicos del sitio.

Antecedentes de la Invención

10 El documento EP 1 500 907 A2 describe un aparato y un método para detectar la localización de vehículos en un sistema de navegación, que determina los datos de localización GPS, estima los datos de calidad de recepción GPS, determina los datos de localización de sensor local con un giroscopio, odómetro y un inclinómetro y selecciona los datos de localización GPS o los datos de localización de sensor local asociados con la celda en la que está localizado el vehículo en base a los datos de calidad de recepción estimados.

15 El documento WO 03/092319 A1 describe una técnica de determinación de posición para un terminal inalámbrico en base a pseudointervalos de una pluralidad de transmisores.

20 El documento US 5 111 401 A describe un vehículo que se guía automáticamente a lo largo de una franja por medio detectores ópticos. Unos medios de alcance miden el intervalo entre el vehículo y cualquier objeto dentro de una distancia predeterminada del vehículo. Un ordenador central determina una ruta inicial para que siga el vehículo con el fin de llegar al destino; proporciona las señales de control de navegación al procesador del vehículo; recibe datos del procesador para determinar una posición de navegación a estima estimada del vehículo; y recibe las señales de reconocimiento para dirigir que el vehículo siga la franja si cualquiera de las coordenadas de la franja es coincidente con las coordenadas de la ruta inicial.

25 El documento US 5 777 580 A describe un aparato para determinar una localización de un vehículo usando un sistema de determinación de localización o un sistema de navegación inercial, que recibe señales de determinación de localización de dos o más fuentes.

30 El documento US 5 974 348 A describe a un robot autopropulsado que se mueve a través de un jardín y realiza tareas de jardinería siguiendo un curso específico y determinando con navegación a estima y periódicamente su posición y orientación mediante un ajuste de navegación. Al menos siete balizas de navegación están colocadas alrededor del perímetro del área de trabajo de un jardín. Cada baliza emite radiación electromagnética a través del jardín para su detección por el robot autopropulsado. Un colector de imágenes panorámicas reúne y enfoca la radiación electromagnética de cada baliza de navegación en una cámara electrónica para formar al menos siete puntos de haz.

35 El documento DE 101 29 135 A1 describe una máquina segado que recibe una primera y una segunda señales de posicionamiento que contienen cada una información acerca de la posición actual. La información acerca de la calidad de las señales de posicionamiento se pone a disposición de un dispositivo de evaluación, que tiene en cuenta de manera equilibrada estas señales correspondientes a la calidad de la información. Una señal de satélite genera la primera señal de posicionamiento. Un segundo sensor óptico local en el vehículo genera la segunda señal de posicionamiento y detecta el borde del área de segado.

45 Dispositivos de detección de localización incluyen odómetros, Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) y sistemas de triangulación basados en visión, por ejemplo. Muchos dispositivos de detección de localización están sometidos a errores (por ejemplo, error de medición) al proporcionar una estimación de localización precisa con el tiempo y diferentes posiciones geográficas. El error en la estimación de localización puede variar con el tipo de dispositivo de detección de localización. Los odómetros están sometidos a errores materiales al resbalar o deslizar sobre un terreno superficial. Por ejemplo, el deslizamiento de una rueda o una cubierta puede hacer que el odómetro estime una localización errónea para un vehículo correspondiente. Un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) puede sufrir errores o falta de disponibilidad debido a que una o más transmisiones por satélite se atenúan o reflejan por edificios, árboles, colinas, terreno u otras obstrucciones. Los sistemas de triangulación basados en visión pueden experimentar errores sobre ciertos intervalos angulares e intervalos de distancia debido a la posición relativa de cámaras y puntos de referencia. De este modo, hay una necesidad de mejorar la precisión y la disponibilidad de los dispositivos de detección de localización de un vehículo para facilitar la navegación precisa del vehículo dentro de un área de trabajo.

Compendio de la Invención

50 En un método y sistema para determinar una localización de un vehículo, se determinan datos de localización de recepción dentro de una celda de un área de trabajo para el vehículo. Un estimador de calidad de recepción estima los datos de calidad de recepción para los datos de localización de recepción correspondientes para la celda. Se determinan dentro de la celda datos de localización ópticos. Un estimador de calidad óptico estima los datos de calidad ópticos para los datos de localización ópticos correspondientes para la celda. Un procesador de datos selecciona al menos uno de los datos de localización de recepción, los datos de localización ópticos y otros datos de localización como datos de localización refinados asociados con la celda en base a los datos de calidad de recepción estimados y los datos de calidad ópticos estimados. Los datos de calidad de recepción estimados se basan en pronósticos de posición de satélite para el área de trabajo para el momento esperado de operación del vehículo en el área de trabajo y

los datos de calidad ópticos estimados se basan en parámetros de cámara y las localizaciones correspondientes de una o más cámaras asociadas con el área de trabajo. El procesador de datos selecciona los datos de localización ópticos como los datos de localización refinados si los datos de calidad de recepción estimados y los datos de calidad ópticos estimados no están disponibles para el área de trabajo y si los datos de localización de recepción caen por debajo de un nivel de umbral de fiabilidad.

Breve descripción de los dibujos

La FIGURA 1 es un diagrama de bloques de un sistema para determinar una localización de un vehículo en base a datos de calidad de sensor específicos del sitio.

La FIGURA 2 es un diagrama de flujo de un primer método para determinar una localización de un vehículo en base a datos de calidad de sensor específicos del sitio.

La FIGURA 3 es un diagrama de flujo de un segundo método para determinar una localización de un vehículo.

La FIGURA 4 es un diagrama de flujo de un tercer método para determinar una localización de un vehículo.

La FIGURA 5 es un diagrama de flujo de un cuarto método para determinar una localización de un vehículo.

La FIGURA 6 es un diagrama de flujo de un método para navegación de un vehículo según una jerarquía de sensores.

La FIGURA 7 es un mapa de contornos de magnitud de error de uno o más dispositivos de detección de localización en un área de trabajo.

La FIGURA 8 es un mapa de modos de navegación asociados con zonas correspondientes particulares del área de trabajo de la FIGURA 7.

La FIGURA 9 es un mapa de una ruta vehicular ilustrativa que atraviesa los modos de navegación del área de trabajo.

La FIGURA 10 es un diagrama de flujo de otro método para determinar una localización de un vehículo.

La FIGURA 11 es un diagrama de flujo de otro método más para determinar una localización de un vehículo.

Descripción de la realización preferida

Según una realización, la FIGURA 1 muestra un sistema 11 para determinar una localización de un vehículo en base a datos de calidad de sensor específicos del sitio. El sistema 11 comprende un sistema de detección de localización 10 acoplado a un controlador vehicular 44. Un módulo de planificación de ruta 42 puede proporcionar un plan de ruta u otros datos de entrada relacionados con la navegación al controlador vehicular 44. El sistema de detección de obstáculos 52 puede proporcionar una entrada relacionada con la navegación sobre objetos estacionarios o en movimiento dentro de un área de trabajo (por ejemplo, para evitar colisiones con tales objetos). A su vez, el controlador vehicular 44 puede comunicarse con (por ejemplo, emitir datos de control o señales a) uno o más de los siguientes: un sistema de dirección 46, un sistema de frenado 48 y un sistema de propulsión 50.

En una realización, el sistema de detección de localización 10 comprende un receptor de determinación de localización 12, un sistema de determinación de localización óptica 14, y un sistema de navegación a estima 16 que están acoplados a un módulo de estimación de calidad 20. Se puede hacer referencia colectivamente al receptor de determinación de localización 12, al sistema de determinación de localización óptica 14 y al sistema de navegación a estima 16 como sensores de localización. Se puede hacer referencia individualmente a cualquiera de los sensores de localización como sensor de localización.

El receptor de determinación de localización 12 puede comprender un receptor del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) con corrección diferencial u otro receptor para recibir energía electromagnética de transmisores (por ejemplo, balizas terrestres o de satélite) para determinar una localización (por ejemplo, en coordenadas bidimensionales o tridimensionales) del vehículo. El receptor de determinación de localización 12 (por ejemplo, receptor de GPS) se comunica con un estimador de calidad de recepción 22; el receptor de determinación de localización óptica 14 (por ejemplo, un sistema de triangulación basado en visión) se comunica con un estimador de calidad óptico 23; y el sistema de navegación a estima 16 (por ejemplo, odómetro diferencial) se comunica con un estimador de calidad de navegación a estima 24. El receptor de determinación de localización 12 emite los datos de localización de recepción 26. También se puede hacer referencia a los datos de localización de recepción como datos de localización primarios, mientras que se puede hacer referencia a todos los otros datos de localización de los sensores de localización (por ejemplo, del sistema de detección de localización 10) como datos de localización secundarios (por ejemplo, datos de localización ópticos, datos de localización de odómetro, datos de localización de alcance de radiofrecuencia, datos de localización de giroscopio, datos de localización de magnetómetro y datos de localización de acelerómetro).

El sistema de determinación de localización óptica 14 emite los datos de localización ópticos 28. El sistema de determinación de localización óptica 14 puede comprender un sistema de láser, un sistema láser de escaneo, sistema ladar (por ejemplo, radar láser), un visor de alcance láser, un sistema de visión estéreo, un sistema de visión monocular, un sistema de visión de máquina o similares. El sistema de determinación de localización óptica puede operar sobre el espectro de luz humanamente visible, infrarrojo, infrarrojo cercano o espectro de luz ultravioleta, por ejemplo.

En una realización alternativa, el sistema de determinación de localización óptica 14 se puede sustituir por un sistema de alcance de radiofrecuencia (RF) terrestre o local que estima la localización de un vehículo midiendo el tiempo de llegada, el ángulo de llegada o ambos de una señal de radiofrecuencia transmitida desde una o más localizaciones fijas

o conocidas dentro de un radio máximo del área de trabajo. Por consiguiente, si el sistema de determinación de localización óptica 14 se sustituye por un sistema de alcance de radiofrecuencia local, los datos de localización ópticos se sustituyen con datos de localización de radiofrecuencia (RF).

5 En general, el sistema de navegación a estima 16 comprende un sensor de desplazamiento y un sensor de rumbo. El sensor de desplazamiento mide el desplazamiento relativo del vehículo, mientras que el sensor de rumbo mide el rumbo relativo. El sistema de navegación a estima 16 emite los datos de localización de navegación a estima 30. Los datos de localización de navegación a estima pueden proporcionar una distancia recorrida del vehículo, una dirección recorrida del vehículo, la distancia recorrida frente al tiempo (por ejemplo, velocidad vehicular) o velocidad vehicular (por ejemplo, velocidad y rumbo).

10 En una realización, el sistema de navegación a estima 16 comprende un odómetro como sensor de desplazamiento y un giroscopio (por ejemplo, un giroscopio de fibra óptica) como el sensor de rumbo. El odómetro puede contar directa o indirectamente las revoluciones de las ruedas o fracciones de las mismas, de una o más ruedas asociadas con el vehículo. El giroscopio puede proporcionar información de dirección del vehículo o información de rumbo.

15 En realizaciones alternativas, el sistema de navegación a estima 16 puede comprender uno o más de los siguientes: un contador de revoluciones de rueda, un integrador asociado con un sensor de velocidad, un integrador asociado con un sistema de radar, un giroscopio, un giroscopio de fibra óptica, un giroscopio de vibración, un magnetómetro y un acelerómetro. La salida de un acelerómetro se puede integrar doblemente para determinar el desplazamiento, por ejemplo.

20 El sistema de determinación de localización óptica 14 puede comprender una pluralidad de cámaras montadas alrededor de un perímetro del área de trabajo o dentro del área de trabajo para determinar la localización del vehículo a partir de información de visión estéreo, por ejemplo. Si las cámaras están montadas en o cerca de un perímetro del área de trabajo, en lugar de en el vehículo en sí mismo, el sistema de determinación de localización óptica 14 se puede considerar un sistema de "vista exterior".

25 Los datos de localización de navegación a estima 30 pueden comprender una distancia cubierta y un rumbo correspondiente del vehículo. En una realización, el sistema de navegación a estima 16 puede usar una fuente óptica o magnética acoplada a un miembro giratorio (por ejemplo, una rueda o eje en el tren motriz) que emite una señal óptica o un campo magnético, que se detecta por un sensor para determinar la cantidad de revoluciones o revoluciones fraccionales de una rueda del vehículo. Las revoluciones de la rueda se pueden convertir en distancia estimada. En otras realizaciones, un odómetro u otro componente del sistema de navegación a estima se puede acoplar mecánicamente a un miembro giratorio de un tren motriz o una rueda. Debido a que el error de navegación a estima (por ejemplo, aproximadamente igual al diez (10) por ciento) del sistema de navegación a estima 16 puede ser mayor que el de un sistema de radar (por ejemplo, un error típico menor al tres por ciento) o un receptor de determinación de localización, el sistema de navegación a estima 16 se puede complementar con lecturas de un sistema de radar, un receptor de determinación de localización y un acelerómetro para estimar la velocidad del vehículo, la posición del vehículo o ambas.

30 El módulo de estimación de calidad 20 emite uno o más de los siguientes datos de calidad a un procesador de datos 38: datos de calidad de recepción 32, datos de calidad ópticos 34 y datos de calidad de navegación a estima 36. Los datos de calidad de recepción 32 pueden variar con la localización de vehículo del vehículo en el área de trabajo. Los datos de calidad ópticos 34 pueden variar con la localización de vehículo del vehículo en el área de trabajo. Los datos de calidad de navegación a estima 36 (por ejemplo, datos de calidad de odómetro y datos de calidad de giroscopio) pueden variar con la localización de vehículo del vehículo en el área de trabajo. El estimador de calidad de recepción 22 estima o determina los datos de calidad de recepción 32 (por ejemplo, datos de Dilución de Precisión (DOP)); el estimador de calidad óptico 23 estima o determina los datos de calidad ópticos 34 (por ejemplo, Dilución de Precisión o una figura de mérito para la posición notificada en base a al menos una de las especificaciones técnicas de un sensor de visión del sistema de determinación de localización óptica 14, una escena observada para la primera celda y un algoritmo de procesamiento de imágenes para los datos de localización ópticos); y el estimador de calidad de odómetro 24 estima o determina los datos de la calidad de navegación a estima 36.

35 Para crear datos de error específicos del sitio para cada sensor de localización, los sensores de localización pueden tomar una serie de muestras de datos de localización de recepción 26, datos de localización ópticos 28 y datos de localización de navegación a estima 30 para localizaciones conocidas o verificables dentro del área de trabajo (por ejemplo, dentro de todas las celdas de un área de trabajo y para cada sensor de localización). Los niveles de error, la disponibilidad o los niveles de fiabilidad (por ejemplo, en términos de porcentaje) se pueden determinar para las coordenadas respectivas dentro del área de trabajo comparando la localización medida de cada sensor de localización con la localización conocida o verificable. Los datos de nivel de error, datos de disponibilidad o datos de fiabilidad se pueden expresar como datos de calidad. Por ejemplo, los datos de calidad de recepción 32 pueden comprender Dilución de Precisión (DOP). El módulo de estimación de calidad 20 puede facilitar el almacenamiento de los datos de error específicos del sitio para cada sensor de localización (por ejemplo, el receptor de determinación de localización 12, el sistema de determinación de localización óptica 14 y el sistema de navegación a estima 16) para el vehículo en el dispositivo de almacenamiento de datos 39.

La Dilución de Precisión (DOP) es un indicador de la calidad de unos datos de posición (por ejemplo, datos de posición GPS) que considera las localizaciones relativas de los satélites y su relación geométrica con el receptor de determinación de localización. Por ejemplo, la DOP puede considerar el número de satélites que están disponibles (por ejemplo, capaces de ser recibidos con una intensidad de señal fiable, un nivel de calidad de señal, una tasa de error de bit o de símbolo máxima) para un receptor de determinación de localización de coordenadas geográficas particulares del receptor de determinación de localización en un tiempo dado. Según una realización, un valor de DOP bajo indica una probabilidad más alta de precisión. Una DOP puede comprender cualquiera de los siguientes: Dilución de Precisión de Posición, Dilución de Precisión Relativa, Dilución de Precisión Horizontal, Dilución de Precisión Vertical, Dilución de Precisión Temporal y Dilución de Precisión Geométrica. La Dilución de Precisión de Posición se refiere a un valor de DOP para la localización tridimensional particular o las coordenadas del receptor de determinación de localización, que es una figura de mérito sin unidades que expresa la relación entre el error en la posición del receptor de determinación de localización y el error en la posición del satélite. La Dilución de Precisión Relativa proporciona una indicación de la adecuación de las observaciones de un receptor de determinación de localización durante la inspección de mediciones en tiempo real. La Dilución de Precisión Horizontal se refiere a la DOP con respecto a las mediciones de latitud y longitud. La Dilución de Precisión Vertical se refiere a la DOP con respecto a la altura. La Dilución de Precisión Temporal se refiere a la DOP con respecto a las variaciones con el tiempo.

Una interfaz de usuario 18 puede comprender un teclado, un teclado numérico, un visualizador, un dispositivo de apuntamiento (por ejemplo, un ratón, bola de apuntamiento), una unidad de disco magnético, una unidad de cinta magnética, un disco óptico, un puerto de datos (por ejemplo, paralelo, serie o un puerto de Bus Serie Universal (USB)), u otro mecanismo para ingresar o introducir datos de entrada. Una interfaz de usuario 18 puede soportar la introducción o entrada de datos que se usan para evaluar la calidad de los datos de localización de recepción 26, los datos de localización ópticos 28 y los datos de localización de navegación a estima 30. Una interfaz de usuario 18 puede soportar la entrada de coordenadas verdaderas o de precisión, localización o demora del vehículo desde equipos auxiliares, tales como equipos de inspección, equipos de inspección óptica, equipos de inspección por láser, o de otro modo para calibrar, hacer una referencia a tierra o estimar el nivel de error (y para facilitar estimaciones de datos de calidad respectivas) para la salida del receptor de determinación de localización 12, el sistema de determinación de localización óptica 14 y el sistema de navegación a estima 16.

El procesador de datos 38 puede recibir u obtener datos de localización de recepción 26 desde el receptor de determinación de localización 12, datos de localización ópticos 28 del sistema de determinación de localización óptica 14 y datos de localización de navegación a estima 30 del sistema de navegación a estima 16. Los datos de localización de recepción 26 están asociados con los datos de calidad de recepción 32 correspondientes; los datos de localización ópticos 28 están asociados con los datos de calidad ópticos 34 correspondientes; y los datos de localización de navegación a estima 30 están asociados con los datos de calidad de navegación a estima 36 correspondientes. El procesador de datos 38 se puede usar para implementar o controlar una matriz de conmutación, o un filtro de manera que una salida comprenda datos de localización refinados 40.

En un primer ejemplo, el procesador de datos 38 selecciona uno preferencial de los datos de localización de recepción 26, los datos de localización ópticos 28 y los datos de localización de navegación a estima 30 para localizaciones o zonas distintas correspondientes dentro del área de trabajo. Por ejemplo, el área de trabajo se puede dividir en un primer conjunto de zonas donde los datos de localización de recepción 26 se usan para guiar el vehículo o planear un plan de ruta para el vehículo; un segundo conjunto de zonas donde los datos de localización ópticos 28 se usan para guiar el vehículo o planear un plan de ruta para el vehículo; y un tercer conjunto de zonas donde se usan los datos de localización de navegación a estima 30 para guiar el vehículo o planear un plan de ruta para el vehículo. Los datos de localización refinados 40 pueden representar la selección de los datos más fiables o precisos para una zona correspondiente cuando un vehículo está en tal zona.

En un segundo ejemplo, el procesador de datos 38 selecciona uno preferencial de los datos de localización de recepción 26, los datos de localización ópticos 28 y los datos de localización de navegación a estima 30 para localizaciones o celdas distintas correspondientes dentro del área de trabajo. Por ejemplo, el área de trabajo se puede dividir en un primer conjunto de celdas donde los datos de localización de recepción 26 se usan para guiar el vehículo o planear un plan de ruta para el vehículo; un segundo conjunto de celdas donde los datos de localización ópticos 28 se usan para guiar el vehículo o planear un plan de ruta para el vehículo; y un tercer conjunto de celdas donde los datos de localización de navegación a estima 30 se usan para guiar el vehículo o planear un plan de ruta para el vehículo. Los datos de localización refinados 40 pueden representar la selección de los datos más fiables o precisos para una zona correspondiente cuando un vehículo está en tal zona. El miembro del primer conjunto de celdas puede ser contiguo o no contiguo. El miembro del segundo conjunto de celdas puede ser contiguo o no contiguo. El miembro del tercer conjunto de celdas puede ser contiguo o no contiguo.

En un tercer ejemplo, el procesador de datos 38 puede facilitar la aplicación de una primera ponderación a los datos de localización de recepción 26 en base a los datos de calidad de recepción 32 para una localización de vehículo particular, una segunda ponderación a los datos de localización ópticos 28 en base a los datos de calidad ópticos 34 para una localización de vehículo particular y una tercera ponderación a datos de localización de navegación a estima 30 en base a los datos de calidad de navegación a estima 36. Por consiguiente, se puede usar una información de

sensor de localización específica del sitio a priori para ponderar o seleccionar sensores de localización individuales (solos o en combinación) para ser usados para una fijación de posición o determinación del vehículo.

El procesador de datos 38 está acoplado a un dispositivo de almacenamiento de datos 39 para almacenar datos de sensor de localización específicos del sitio a priori, datos de localización refinados, datos de definición celular (por ejemplo, para una primera celda), datos de definición de zona (por ejemplo, para una primera zona, una segunda zona y una tercera zona), datos de calidad de recepción frente a localización celular, datos de calidad de recepción frente a datos de zona, datos de calidad ópticos frente a localización celular, datos de calidad ópticos frente a datos de zona, datos de calidad de navegación a estima 36 frente a localización celular, y datos de calidad de navegación a estima 36 frente a datos de zona, tipo de datos de localización preferenciales (por ejemplo, datos de localización de recepción, datos de localización ópticos y datos de localización de odómetro) frente a localización celular, tipo de datos de localización preferenciales frente a zona, y localizaciones celulares frente a un primer indicador de datos de localización de recepción (como datos de localización preferenciales o datos de localización refinados para una celda), y localizaciones celulares frente a un segundo indicador de datos de localización ópticos (como datos de localización preferenciales o datos de localización refinados para una celda). El primer indicador (por ejemplo, número o símbolo) es distinto del segundo indicador. El dispositivo de almacenamiento de datos 39 puede almacenar cualquiera de los datos precedentes como una matriz, una tabla de búsqueda, una base de datos, una base de datos relacional, entradas de datos tabulares, un archivo o como otra estructura de datos. Además, la matriz puede comprender una matriz multidimensional que varía con el tiempo, debido a la fiabilidad de los datos de localización de recepción u otros datos de localización pueden variar con el tiempo (por ejemplo, en la medida que diferentes constelaciones y números de satélites están disponibles en unas coordenadas geográficas particulares). El dispositivo de almacenamiento de datos 39 puede comprender memoria, un registro, una unidad de disco óptico, una unidad de disco magnético, un dispositivo de almacenamiento magnético, un dispositivo de almacenamiento óptico, o similares.

El controlador del vehículo puede generar señales de control para el sistema de dirección 46, un sistema de frenado 48 (si está presente) y un sistema de propulsión 50 que sean coherentes con el seguimiento de un plan de ruta, proporcionado por el módulo de planificación de ruta 42. Por ejemplo, las señales de control pueden comprender una señal de control de dirección o un mensaje de datos que es dependiente del tiempo y define un ángulo de dirección del eje de la dirección; una señal de control de frenado o un mensaje de datos que define la cantidad de desaceleración, presión hidráulica o fricción de frenado aplicada a los frenos; una señal de control de propulsión o un mensaje de datos que controla el ajuste del acelerador, el flujo de combustible, el sistema de inyección de combustible, la velocidad vehicular o la aceleración vehicular. Si el vehículo está propulsado por un propulsor o motor eléctrico, la señal de control de propulsión o el mensaje de datos puede controlar la energía eléctrica, la corriente eléctrica o el voltaje eléctrico al propulsor o motor eléctrico.

El sistema de dirección 46 puede comprender un sistema de dirección hidráulico 46 controlado eléctricamente, una dirección de piñón y cremallera accionada eléctricamente, un sistema de dirección Ackerman 46 u otro sistema de dirección 46. El sistema de frenado 48 puede comprender un sistema de frenado 48 hidráulico controlado eléctricamente, u otro sistema de frenado 48 por fricción controlado eléctricamente. El sistema de propulsión 50 puede comprender un motor de combustión interna, un sistema híbrido de motor de combustión interna - eléctrico, un sistema de propulsión eléctrica, o similares.

El planificador de ruta 42 puede usar información a priori para limitar los errores máximos del sistema de detección de localización 10 que podrían acumularse de otro modo. El error del sistema de navegación a estima 16 y/o un giroscopio podrían tender a acumular sin datos de referencia de la aplicación a un algoritmo de detección y corrección de errores. El planificador de ruta 42 también puede usar los errores máximos calculados para ajustar la superposición de una pasada a otra o dentro de una pasada. El planificador de ruta 42 puede usar los límites de velocidad de panorámica, inclinación, zum de la cámara de un sistema de determinación de localización óptica 14 para construir rutas para evitar que el vehículo exceda esos límites.

La FIGURA 2 describe un método para determinar una localización de un vehículo en base a los datos de calidad de sensor específicos del sitio. El método de la FIGURA 2 comienza en el paso S200.

En el paso S200, un sistema de detección de localización 10 o un receptor de determinación de localización 12 determina los datos de localización de recepción 26 dentro de una primera celda de un área de trabajo para un vehículo. El área de trabajo se puede dividir en una serie de celdas. La primera celda es cualquier celda dentro del área de trabajo donde está situado el vehículo. La celda se puede definir por sus límites o su punto central, por ejemplo. Aunque las coordenadas exactas del vehículo pueden no ser conocidas debido a un error potencial en los sensores de localización, bajo una técnica ilustrativa para ejecutar el paso S200, el tamaño de la primera celda se puede seleccionar para que sea suficiente para contener el vehículo con el margen para el error potencial al menos para un cierto nivel de fiabilidad.

En el paso S202, un módulo de estimación de calidad 20 o un estimador de calidad de recepción 22 estima los datos de calidad de recepción para los datos de localización de recepción 26 correspondientes para la primera celda. El área de trabajo se puede dividir en un grupo de celdas o intervalo de coordenadas, donde cada celda o intervalo de coordenadas está asociado con una fiabilidad, disponibilidad y/o error de localización respectivos del receptor de

determinación de localización 12 o los datos de localización de recepción 26. Donde el área de trabajo se divide en tales celdas o intervalos de coordenadas, el estimador de calidad 20 o el estimador de calidad de recepción 22 pueden recuperar o acceder a los datos de calidad de recepción 32 para una primera celda correspondiente.

5 En una realización, los datos de recepción 32 estimados del paso S202 se basan en los pronósticos de posición de satélite para el sitio de trabajo para el momento particular de operación del vehículo en el área de trabajo. Por ejemplo, los datos de calidad de recepción se pueden relacionar con las posiciones orbitales relativas o las coordenadas espaciales de los satélites usadas en la solución de posición. Además, cuanto mayor sea el número de satélites que se pueden usar en la solución o que están disponibles para recepción por el receptor de determinación de localización  
 10 unas coordenadas geográficas particulares en un momento particular, más precisa será generalmente la solución. Un satélite está disponible para recepción si el receptor de determinación de localización en coordenadas geográficas particulares en un momento particular puede recibir y decodificar la transmisión del satélite con la suficiente fiabilidad, lo que puede depender de la intensidad de señal recibida, la calidad de señal recibida, la tasa de error de bit recibida, la tasa de error de símbolo recibida, las técnicas de demodulación, las técnicas de decodificación para el código de ruido pseudoaleatorio u otras restricciones técnicas. Las obstrucciones (por ejemplo, las paredes del estadio y los techos de protección) pueden afectar al número de satélites usados en una solución o la fiabilidad de una o más señales de satélite recibidas. Los datos de calidad de recepción se pueden expresar como una dilución de precisión (DOP), o una subclase o variante de la misma. La dilución de precisión se puede calcular mediante localización dentro del sitio de trabajo (por ejemplo, usando pronósticos de posición de satélite para el momento en el que se segará el estadio) o  
 15 medir empíricamente con un receptor de determinación de localización 12 (por ejemplo, un receptor de GPS) que notifica la DOP registrada en varias posiciones dentro del área de trabajo o sitio durante un período de tiempo.

En el paso S204, un sistema óptico de determinación de localización óptica 14 determina los datos de localización ópticos 28 dentro de una primera celda de un área de trabajo para un vehículo.

25 En el paso S206, un módulo de estimación de calidad 20 o un estimador de calidad óptico 23 estima los datos de calidad ópticos para los datos de localización ópticos 28 correspondientes para la primera celda. El área de trabajo se puede dividir en un grupo de celdas o intervalos de coordenadas, donde cada celda o intervalo de coordenadas está asociado con una disponibilidad y/o error de localización del sistema de determinación de localización óptica 14 o los  
 30 datos de localización ópticos 28. Cuando el área de trabajo se divide en tales celdas o intervalos de coordenadas, el módulo de estimación de calidad 20 puede recuperar o acceder a los datos de calidad ópticos 34 para una primera celda correspondiente.

Si el sistema de determinación de localización óptica 14 comprende un sistema de triangulación basado en visión que comprende cámaras (por ejemplo, cámaras estacionarias) montadas alrededor de un perímetro de un área de trabajo, los datos de calidad ópticos se pueden calcular en base a los parámetros de cámara (por ejemplo, parámetros de la lente, sensibilidad de luminancia) y localizaciones del vehículo en el área de trabajo. Bajo una realización, la estimación de calidad óptica se basa en los parámetros de cámara y las localizaciones correspondientes (por ejemplo, en coordenadas bidimensionales o tridimensionales) de una o más cámaras asociadas con el área de trabajo.

40 En el paso S208, un procesador de datos 38 selecciona al menos uno de los datos de localización de recepción 26, los datos de localización ópticos 28 u otros datos como datos de localización refinados 40 asociados con la primera celda en base a los datos de calidad de recepción estimados y los datos de calidad ópticos estimados. El proceso de selección del paso S208 se puede ejecutar según diversas técnicas, que se pueden aplicar por separado o de manera acumulativa. Bajo una primera técnica, el procesador de datos 38, filtro o matriz de conmutación establece ponderaciones relativas para la aplicación de los datos de localización de recepción 26 y los datos de localización ópticos 28 en base a los datos de calidad de recepción 32 estimados y los datos de calidad ópticos 34 estimados. Bajo la segunda técnica, las selecciones del procesador de datos 38, filtro o matriz de conmutación comprende la organización del área de trabajo en una primera zona donde los datos de localización de recepción 26 se seleccionan exclusivamente como datos de localización refinados 40. Bajo una tercera técnica, el procesador de datos 38, filtro o matriz de conmutación organiza el área de trabajo en una segunda zona donde los datos de localización ópticos 28 se seleccionan exclusivamente como los datos de localización refinados 40. Bajo una cuarta técnica, el procesador de datos 38, filtro o matriz de conmutación organiza el área de trabajo en una tercera zona donde tanto los datos de localización de recepción 26 como los datos de localización ópticos 28 se seleccionan como los datos de localización refinados 40.  
 55

Bajo una quinta técnica, el procesador de datos 38, filtro o matriz de conmutación asignan a cada celda en la matriz uno de un grupo de modos posibles. Bajo un primer modo, los datos de localización de recepción 26 se aplican como los datos de localización refinados 40. En un segundo modo, los datos de localización ópticos 28 se aplican exclusivamente como los datos de localización refinados 40. Bajo un tercer modo, los datos de localización de navegación a estima 30 se aplican exclusivamente como los datos de localización refinados 40. Bajo un cuarto modo, una combinación de al menos dos de los datos de localización de recepción 26, los datos de localización ópticos 28, y los datos de localización de navegación a estima 30 se aplican como los datos de localización refinados 40.  
 60

Bajo una sexta técnica, el procesador de datos 38 puede seleccionar otros datos de localización (por ejemplo, datos de localización de odómetro) donde los datos de calidad de recepción 32 caen por debajo de un primer umbral y donde los datos de calidad ópticos 34 caen por debajo de un segundo umbral.

5 Durante o después del paso S208, el procesador de datos 38 puede definir la primera celda con referencia a los datos de localización refinados y almacenar la localización de la primera celda, el punto central o los límites en el dispositivo de almacenamiento de datos 39 junto con la selección correspondiente de los datos de localización refinados para su referencia posterior. Por consiguiente, si el vehículo atraviesa la primera celda de nuevo, el procesador de datos 38 puede recuperar (del dispositivo de almacenamiento de datos 39) si los datos de localización ópticos y los datos de localización de recepción (o los datos de localización ópticos ponderados y los datos de localización de recepción ponderados) se deberían seleccionar como datos de localización refinados para esa primera celda particular. Si el vehículo atraviesa todo el área de trabajo, se puede crear por referencia un mapa o matriz de celdas vehiculares frente a la selección de datos de localización de recepción o datos de localización ópticos (como datos de localización refinados) para las celdas por el vehículo u otro vehículo con un conjunto de sensores sustancialmente similares de un receptor de determinación de localización 12 y un sistema de determinación de localización óptica 14. Se debería observar que el módulo de calidad de recepción 20 se puede retirar para posteriores travesías del vehículo sobre el área de trabajo, después de que el vehículo haya preparado el mapa o la matriz de celdas vehiculares frente a la selección de datos de localización de recepción o datos de localización ópticos. Esto puede reducir los costes de hardware y peso para ciertas configuraciones vehiculares.

20 El método de la FIGURA 3 es similar al método de la FIGURA 2, excepto que el método de la FIGURA 3 elimina el paso S208 y añade los pasos S308, S310 y S312. Números de referencia iguales en la FIGURA 2 y la FIGURA 3 indican procedimientos o pasos similares.

25 En el paso S308, un sistema de detección de localización 10 o un sistema de navegación a estima 16 determina los datos de localización de navegación a estima 30 dentro de una primera celda de un área de trabajo para un vehículo.

30 En el paso S310, un módulo de estimación de calidad 20 o un estimador de calidad de navegación a estima 24 estima datos de calidad de navegación a estima 36 para los datos de localización de navegación a estima 30 correspondientes para la primera celda. El área de trabajo se puede dividir en un grupo de celdas o intervalos de coordenadas, donde cada celda o intervalo de coordenadas está asociado con una disponibilidad, fiabilidad y/o error de localización del sistema de navegación a estima 16 o los datos de localización de navegación a estima 30. Donde el área de trabajo se divide en tales celdas o intervalos de coordenadas, el estimador de calidad de odómetro 24 puede recuperar o acceder a los datos de calidad de navegación a estima 36 para una primera celda correspondiente. Los datos de calidad de navegación a estima 36 pueden considerar tasas de acumulación de errores, donde los datos de localización de navegación a estima 30 no se usan para complementar, aumentar o junto con los datos de localización de recepción 26 y los datos de localización ópticos 28. En un ejemplo, donde el área de trabajo es un estadio de béisbol, los datos de calidad de navegación a estima 36 se puede obtener a partir de una medición empírica y puede incluir diferentes valores para cualquiera de los siguientes: hierba seca, hierba húmeda, césped artificial seco, césped artificial húmedo, material en el jardín, y tierra del cuadro, arena del cuadro o material del cuadro. En otro ejemplo, donde el área de trabajo es un estadio deportivo, un estadio, un estadio de fútbol, un campo de golf, los datos de calidad de navegación a estima 36 se pueden obtener a partir de medición empírica y pueden incluir diferentes valores para cualquiera de los siguientes: hierba seca, hierba húmeda, césped artificial seco, césped artificial húmedo, "rough" de golf, "green" de golf, calle de golf, altura de la hierba, humedad de hierba, variedad de hierba y humedad de suelo. En otro ejemplo, los datos de calidad de navegación a estima 36 se pueden obtener a partir de mediciones empíricas de un campo seco, un campo húmedo, una parte de campo segada, una parte de campo no segada, una parte de campo arado, una parte de campo no arado, una parte arada baja, un campo de suelo expuesto, un campo sin plantar o similares.

50 En el paso S312, el procesador de datos 38 selecciona al menos uno de los datos de localización de recepción 26, los datos de localización ópticos 28, y los datos de localización de navegación a estima 30 como los datos de localización refinados 40 asociados con la primera celda en base a los datos de calidad de recepción 32 estimados, los datos de calidad ópticos 34 estimados, y los datos de calidad de navegación a estima 36 estimados. En una realización, el proceso de selección del paso S312 se lleva a cabo mediante el procesador de datos 38, filtro o matriz de conmutación que establece ponderaciones relativas para la aplicación de los datos de localización de recepción 26, los datos de localización ópticos 28 y los datos de localización de navegación a estima 30 en base a los datos de calidad de recepción 32 estimados, los datos de calidad ópticos 34 estimados y los datos de calidad de navegación a estima 36 estimados. Por ejemplo, la ponderación relativa de un sensor de localización aumenta con un aumento de material en su calidad correspondiente y disminuye con una disminución de material en su calidad correspondiente. Si el nivel de calidad de cualquier sensor de localización cae por debajo de un umbral mínimo, la ponderación se puede reducir para eliminar su contribución a la solución de localización o a los datos de localización refinados 40.

65 Durante o después del paso S312, el procesador de datos 38 puede definir la primera celda con referencia a los datos de localización refinados y almacenar la localización o los límites de la primera celda en el almacenamiento de datos 39 junto con la selección correspondiente de los datos de localización refinados para referencia posterior. Por consiguiente, si el vehículo atraviesa de nuevo la primera celda, el procesador de datos 38 puede recuperar si los datos de localización ópticos, los datos de localización de odómetro y los datos de localización de recepción (o datos de

5 localización ópticos ponderados, datos de localización de odómetro ponderados y datos de localización de recepción ponderados) se deberían seleccionar como datos de localización refinados para esa primera celda particular. Si el vehículo atraviesa todo el área de trabajo, se puede crear por referencia un mapa o matriz de celdas vehiculares frente a la selección de datos de localización de recepción o datos de localización ópticos (como datos de localización refinados) para las celdas por el vehículo u otro vehículo con un conjunto de sensores sustancialmente similar de un receptor de determinación de localización 12 y un sistema de determinación de localización óptica 14. Se debería observar que el módulo de calidad de recepción 20 se puede retirar para travesías posteriores del vehículo sobre el área de trabajo, después de que el vehículo haya preparado el mapa o la matriz de celdas vehiculares frente a la selección de datos de localización de recepción o datos de localización ópticos. Esto puede reducir los costes de hardware y el peso de ciertas configuraciones vehiculares.

10 La FIGURA 4 describe un método para determinar una localización de un vehículo en base a los datos de calidad de sensor específicos del sitio. El método de la FIGURA 4 comienza en el paso S400.

15 En el paso S400, un módulo de estimación de calidad 20 o una interfaz de usuario 18 establece una estimación de los datos de calidad de recepción 32 frente a las localizaciones celulares para el área de trabajo y una estimación de los datos de calidad ópticos 34 frente a los datos de localización celular. Bajo un primer planteamiento para ejecutar el paso S400, el módulo de estimación de calidad 20 expresa la estimación como al menos uno de un mapa, un mapa de contorno, una matriz bidimensional, y una matriz multidimensional, una tabla de consulta, un gráfico y una base de datos. Bajo un segundo planteamiento para ejecutar el paso S400, el módulo de estimación de calidad 20 expresa la estimación como un mapa de contorno que tiene contornos indicativos de un valor de dilución de precisión (DOP) asociado con al menos uno de los datos de localización de recepción 26 y los datos de localización ópticos 28. El valor de dilución de precisión (DOP) puede comprender una Dilución de Precisión de Posición, una Dilución de Precisión Relativa, una Dilución de Precisión Horizontal, Dilución de Precisión Vertical, una Dilución de Precisión Temporal y una Dilución de Precisión Geométrica.

20 En el paso S402, el sistema de detección de localización 10 determina los datos de localización de recepción 26 y los datos de localización ópticos 28 dentro de una primera celda de las localizaciones celulares de un área de trabajo para un vehículo.

25 En el paso S404, el módulo de estimación de calidad 20 hace referencia a la estimación establecida para recuperar datos de calidad de recepción relevantes y datos de calidad ópticos relevantes asociados con la primera celda.

30 En el paso S406, el procesador de datos 38 selecciona al menos uno de los datos de localización de recepción 26 y los datos de localización ópticos 28 como los datos de localización refinados 40 asociados con la primera celda en base a los datos de calidad de recepción 32 relevantes y los datos de calidad ópticos 24 relevantes. Por ejemplo, en el proceso de selección del paso S406, el procesador de datos 38 establece ponderaciones relativas para la aplicación de los datos de localización de recepción 26 y los datos de localización ópticos 28 en base a los datos de calidad de recepción 32 relevantes y los datos de calidad ópticos 34 relevantes, respectivamente.

35 El método de la FIGURA 5 es similar al método de la FIGURA 4, excepto que el método de la FIGURA 5 considera además los datos de localización de navegación a estima 30 y los datos de calidad de navegación a estima 36. El método de la FIGURA 5 comienza en el paso S500.

40 En el paso S500, el módulo de estimación de calidad 20 o la interfaz de usuario 18 establecen una estimación de los datos de calidad de recepción 32 frente a las localizaciones celulares para el área de trabajo; una estimación de los datos de calidad ópticos 34 frente a las localizaciones celulares para el área de trabajo; y una estimación de los datos de calidad de navegación a estima 36 frente a las localizaciones celulares para el área de trabajo.

45 En el paso S502, el sistema de detección de localización 10 determina los datos de localización de recepción 26, los datos de localización ópticos 28 y los datos de localización de navegación a estima 30 dentro de una primera celda de las localizaciones celulares de un área de trabajo para un vehículo.

50 En el paso S504, el módulo de estimación de calidad 20 puede hacer referencia a la estimación establecida para recuperar los datos de calidad de recepción 32 relevantes, los datos de calidad ópticos 34 relevantes y los datos de calidad de navegación a estima 36 relevantes asociados con la primera celda.

55 En el paso S506, el procesador de datos 38 selecciona al menos uno de los datos de localización de recepción 26, los datos de localización ópticos 28 y los datos de localización de navegación a estima 30 como los datos de localización refinados 40 asociados con la primera celda en base a los datos de calidad de recepción 32 relevantes, los datos de calidad ópticos 34 relevantes y los datos de calidad de navegación a estima 36 relevantes. Por ejemplo, según el paso S506, el procesador de datos 38 establece ponderaciones relativas para la aplicación de los datos de localización de recepción 26, los datos de localización ópticos 28 y los datos de localización de navegación a estima 30 en base a los datos de calidad de recepción 32 relevantes, los datos de calidad ópticos 34 relevantes y datos de calidad de navegación a estima 36 relevantes.

La FIGURA 6 es un diagrama de flujo de un método para navegación de un vehículo. El método de la FIGURA 6 aplica un planteamiento jerárquico a la selección de los datos de localización de recepción 26, los datos de localización ópticos 28 o los datos de localización de navegación a estima 30, como los datos de localización refinados 38. El método de la FIGURA 6 comienza en el paso S600.

5 En el paso S600, un módulo de estimación de calidad 20 o un procesador de datos 38 determina si una estimación de calidad (por ejemplo, un mapa de calidad del sitio) está disponible para un área de trabajo particular en la que el vehículo planea operar o está operando. El vehículo tiene una posición vehicular. Si la estimación de calidad está disponible, entonces el método continúa con el paso S611. No obstante, si la estimación de calidad no está disponible, entonces el método continúa con el paso S602.

10 En el paso S611, el método de la FIGURA 6 aplica el método de la FIGURA 2, la FIGURA 3, la FIGURA 4, o la FIGURA 5. Por ejemplo, siguiendo al paso S611, el método puede continuar con el paso S200 de la FIGURA 2 o la FIGURA 3, el paso S400 de la FIGURA 4 o el paso S500 de la FIGURA 5.

15 En el paso S602, un módulo de estimación de calidad 20 o un sistema de detección de localización 10 determina si los datos de localización de recepción 26 están disponibles o cumplen con los criterios de umbral de Dilución de Precisión (DOP) para la posición vehicular correspondiente del vehículo. Si los datos de localización de recepción 26 están disponibles o cumplen con los criterios de umbral de DOP, el método continúa con el paso S604. No obstante, si los datos de localización de recepción no están disponibles o dejan de cumplir con los criterios de umbral de DOP, el método continúa con el paso S606. Los datos de localización de recepción se pueden considerar no disponibles cuando el desplazamiento notificado por el receptor de determinación de localización 12 es físicamente "imposible" o incoherente con los desplazamientos notificados, considerando el mayor error de las fuentes disponibles de desplazamientos notificados para un momento dado correspondiente.

20 En el paso S604, el procesador de datos 38 aplica los datos de localización de recepción disponibles para navegación vehicular.

25 En el paso S606, un módulo de estimación de calidad 20 o un sistema de detección de localización 10 determina si los datos de localización ópticos 28 están disponibles, la Dilución de Precisión (DOP) estimada cumple con los criterios de DOP de umbral, o si la figura de mérito cumple o excede a umbral para la posición vehicular correspondiente del vehículo. Si los datos de localización ópticos 28 están disponibles, cumplen con unos criterios de DOP de umbral o la figura de mérito cumple o excede un umbral, el método continúa con el paso S607. No obstante, si los datos de localización ópticos 28 no están disponibles, el método continúa con el paso S608.

30 En el paso S607, el procesador de datos 38 aplica los datos de localización ópticos 28 disponibles para navegación de vehículos. Los datos de localización ópticos se pueden usar para guiar un vehículo con respecto a puntos de referencia visuales (por ejemplo, filas de cultivos o filas de plantas en un campo). Se puede usar para guiar el vehículo un mapa de como se ha plantado donde las plantas o partes de las mismas (por ejemplo, troncos) tienen localizaciones conocidas.

35 En el paso S608, un módulo de estimación de calidad 20 o un sistema de detección de localización 10 determina si los datos de localización de recepción 26 están disponibles o si el error acumulativo (por ejemplo, estimación de integración de error de distancia) es menor o igual que un límite máximo para la posición vehicular correspondiente del vehículo. Si los datos de localización de recepción 26 están disponibles o el error acumulativo es menor o igual que el límite máximo, el método continúa con el paso S609. No obstante, si la localización de recepción no está disponible o si el error acumulativo (por ejemplo, la estimación de integración de error de distancia) es mayor que el límite máximo, el método continúa con el paso S610.

40 En el paso S609, el procesador de datos 38 aplica los datos de localización de navegación a estima 30 disponibles para navegación vehicular.

45 En el paso S610, el vehículo se detiene y espera durante un intervalo de tiempo para continuar con el paso S602 o de otro modo. Durante la espera, por ejemplo, una o más transmisiones por satélite pueden mejorar la calidad de la señal de recepción del receptor de determinación de localización, de manera que los datos de localización de recepción 26 lleguen a estar disponibles o cumplan con una Dilución de Precisión (DOP), por ejemplo.

50 En un ejemplo alternativo del paso S610, un sistema de alerta visual o de audio puede avisar a un operador que el vehículo ha conmutado al modo de guiado manual o a un modo guiado por el operador.

55 La FIGURA 7 es un mapa de contornos de magnitud de error de uno o más sensores de localización o dispositivos de detección de localización en un área de trabajo. Cada contorno representa un nivel de error constante o un intervalo de nivel de error uniforme para una o más de las siguientes mediciones de datos para la localización del vehículo: datos de localización de recepción 26, datos de localización ópticos 28 y datos de localización de navegación a estima 30. El primer contorno 806 se ilustra como una serie de dos rayas adyacentes que interrumpen una línea curva continua. El segundo contorno 808 se ilustra como puntos y guiones alternos. El tercer contorno 810 se ilustra como una línea

discontinua. El cuarto contorno 812 se ilustra como una línea de puntos. El quinto contorno 814 se ilustra como una línea continua. Aunque el primer contorno 806 está asociado con un nivel más alto de error aquí con propósitos ilustrativos y el quinto contorno 814 está asociado con un nivel más bajo de error aquí, a cada contorno se le puede asignar virtualmente cualquier nivel de error y caer dentro del alcance de la invención.

5 Aunque las unidades en los ejes horizontal y vertical, se muestran en metros, se puede usar en la práctica cualquier medida adecuada de dimensiones espaciales o de distancia.

10 En un ejemplo, la localización de recepción puede tener un primer contorno de magnitud de error similar al de la FIGURA 7; los datos de localización ópticos 28 pueden tener un segundo contorno de magnitud de error que difiere del de la FIGURA 7, y los datos de localización de navegación a estima 30 pueden tener un tercer contorno de magnitud de error que es independiente o difiere de los del primer contorno de magnitud de error y el segundo contorno de magnitud de error. Aunque el contorno de magnitud de error se muestra como los contornos (806, 808, 810, 812 y 814) en la FIGURA 7, en una realización alternativa, los contornos se pueden representar mediante un gráfico ilustrativo, una base de datos, puntos de datos tabulares, ecuaciones geométricas, ecuaciones de línea, ecuaciones de curva, o de otro modo.

15 La FIGURA 8 es un mapa de modos de navegación asociados con zonas correspondientes particulares del área de trabajo. El mapa de la FIGURA 8 es similar al mapa de la FIGURA 7 excepto que en el mapa de la FIGURA 8: (1) los contornos (806, 808, 810, 812 y 814) representan definitivamente un nivel de error o intervalo de error uniforme para los datos de localización ópticos y (2) se muestra un grupo de zonas (800, 802 y 804) para los modos de navegación correspondientes. Cada zona (800, 802 u 804) representa un área donde se prefiere un sensor de localización diferente o una combinación de sensores en base a al menos uno de un contorno de magnitud de error para datos de localización ópticos, datos de localización de odómetro y datos de localización de recepción. Por ejemplo, una primera zona 800 se puede asociar con el receptor de determinación de localización 12 y los datos de localización de recepción 26 como el sensor de localización preferencial y los datos de localización preferenciales, respectivamente. En la primera zona 800, el receptor de determinación de localización 12 proporciona un error o fiabilidad aceptables y los datos de visión no.

20 Una segunda zona 804 se puede asociar con un sistema de determinación de localización óptica 14y los datos de localización ópticos 28 como el subsistema de detección de localización preferencial y los datos de localización preferenciales, respectivamente. En la segunda zona 804, los datos de localización ópticos 28 son aceptables y los datos de localización de recepción 26 no lo son.

25 Una tercera zona 802 se puede asociar con un sistema de navegación a estima 16 y los datos de localización de navegación a estima 30 como el subsistema de detección de localización preferencial y los datos de localización de navegación a estima 30 preferenciales, respectivamente. En una tercera zona 802, ni los datos de localización de recepción 26, ni los datos de localización ópticos 28 proporcionan un error, disponibilidad o fiabilidad aceptables.

30 Aunque la primera zona 800 es generalmente elíptica; la tercera zona 802 forma un marco interior elíptico y rectangular; la segunda zona 804 forma un marco exterior generalmente rectangular, son posibles otras formas de las zonas y caen dentro del alcance de la invención reivindicada. El vehículo puede usar un mapa (por ejemplo, el mapa de la FIGURA 8) o una representación de datos equivalente del mismo para conmutar entre los datos de localización de recepción 26, los datos de localización ópticos 28 y los datos de localización de navegación a estima 30 para la derivación de los datos de localización refinados 40 para guiado o planificación de ruta del vehículo. Alternativamente, el vehículo puede usar un mapa o una representación de datos equivalentes del mismo para aplicar diferentes ponderaciones a los datos de localización de recepción 26, a los datos de localización ópticos 28 y a los datos de localización de navegación a estima 30 para la derivación de los datos de localización refinados 40. Por consiguiente, en lugar de usar un uso encendido-apagado de cada sensor, la ponderación se puede lograr mediante la aplicación de un filtro de Kalman para proporcionar una secuencia más suave de las posiciones calculadas, al tiempo que se evitan discontinuidades que podrían ocurrir de otro modo cuando se desplaza desde una zona a una zona adyacente

35 La FIGURA 9 es otro mapa de modos de navegación asociados con zonas correspondientes particulares del área de trabajo. El mapa de la FIGURA 9 es similar al mapa de la FIGURA 8 excepto que el mapa de la FIGURA 9 muestra un plan de ruta del vehículo. Números de referencia iguales indican elementos similares en la FIGURA 7, la FIGURA 8 y la FIGURA 9.

40 El plan de ruta del vehículo se muestra como varios segmentos generalmente lineales (900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907 y 908). El plan de ruta se puede dividir en una serie de segmentos basados en la intersección del plan de ruta con varias zonas de datos de localización preferenciales, los giros en el plan de ruta o ambos. En la intersección del plan de ruta con varias zonas, las intersecciones se muestran como puntos por claridad.

45 Comenzando desde un primer segmento de plan de ruta 900 en un lado derecho del mapa de la FIGURA 9, el vehículo estaría en una segunda zona 804, de modo que los datos de localización ópticos 28 serían los datos de localización preferenciales. En el segundo segmento de ruta 901, el vehículo estaría en la tercera zona 802, de manera que los datos de localización de navegación a estima 30 pueden ser los datos de localización preferenciales. Este segundo

segmento de ruta 901 puede ser susceptible a la imprecisión de un error acumulativo del sistema de navegación a estima 16, a menos que se tomen desviaciones o desvíos de ruta apropiados como se describe a continuación. En el tercer segmento de ruta 902 y el cuarto segmento de ruta 903, el vehículo estaría en la primera zona 800 de manera que se aplicarían los datos de localización de recepción 26 (por ejemplo, datos de GPS). En el quinto segmento de ruta 904, el vehículo estaría en la tercera zona 802, de manera que los datos de localización de navegación a estima 30 pueden ser los datos de localización preferenciales. En el sexto segmento de ruta 905 y el séptimo segmento de ruta 906, el vehículo estaría en la segunda zona 804 de manera que los datos de localización ópticos 28 puedan ser los datos de localización preferenciales. En el octavo segmento de ruta 907, el vehículo estaría en la tercera zona 802, de manera que se aplicarían los datos de localización de odómetro 30. En el noveno segmento de ruta 908, el vehículo estaría en la primera zona 800, de manera que se aplicarían los datos de localización de recepción 26.

El módulo de planificación de ruta 42 puede alterar el plan de ruta (por ejemplo, el segundo segmento de ruta 901) para compensar los errores que de otro modo podrían acumularse en el guiado o la navegación del vehículo. Si el vehículo (por ejemplo, un cortacésped) usa estrictamente el movimiento hacia adelante y hacia atrás vertical u horizontalmente en filas generalmente paralelas para cubrir un área de trabajo mostrada en la FIGURA 8, habrá varias áreas generales donde el vehículo puede gastar cantidades dilatadas de tiempo (por ejemplo, en la tercera zona 802, dependiendo de su forma geométrica) donde ni los datos de localización ópticos 28, ni los datos de localización de recepción 26 están disponibles para compensar el error acumulativo de los datos de localización de navegación a estima 30. Por consiguiente, antes de que los datos de calidad de navegación a estima 36 excedan un umbral de error acumulativo o excedan un umbral de tiempo máximo en la tercera zona 802, el plan de ruta del vehículo se puede modificar para entrar en otra zona (por ejemplo, la primera zona 800 o la segunda zona 804) donde los datos de localización de recepción 26 o datos de localización ópticos 28 están disponibles para verosimilitud o aumento de los datos de localización de navegación a estima 30. Por consiguiente, los planes de ruta que cambian de una zona a otra sobre una base regular o antes del transcurso de un período de tiempo máximo pueden ofrecer una mayor diversidad de tipos de sensores del sistema de detección de localización 10 y un aumento de la fiabilidad.

Con propósitos de planificación de ruta, el módulo de planificación de ruta 42 puede usar la información de error de posición calculada, los datos de calidad de recepción, los datos de calidad ópticos o los datos de calidad de navegación a estima 36 como una superposición de cobertura y un margen de superposición de filas adyacentes. Si el error máximo calculado es de aproximadamente 10 centímetros, entonces el vehículo (por ejemplo, un cortacésped) podría superponer la pasada o fila adyacente en aproximadamente 10 centímetros para asegurar que la vegetación se procese correctamente (por ejemplo, se siegue) o que se desembolse correctamente el tratamiento o introducción de cultivo. El error máximo para una pasada podría usarse para toda la pasada y luego ajustarse para el error máximo de la siguiente ruta. Si el sistema de determinación de localización óptica 14 tiene límites de velocidad de panorámica, inclinación y zoom, el planificador de ruta puede generar planes de ruta que no requieren que se excedan los límites de velocidad de la cámara.

El método y el sistema de navegación vehicular se pueden aplicar a cortacésped residenciales, de campos de golf y otros, donde las señales del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se pueden bloquear o atenuar por árboles, edificios o el suelo; recolectores y recogedores de madera que visitan ocasional o periódicamente los claros (en un área boscosa o con árboles), pero que de otro modo trabajan en áreas donde las señales de GPS se bloquean por los árboles o el terreno; maquinaria agrícola que opera en un campo o granja donde las señales de GPS se pueden bloquear por edificios, árboles o terreno; y equipos militares y de construcción donde las señales de GPS se pueden bloquear por árboles, edificios o terreno, y muchos otros tipos de vehículos y equipos.

La FIGURA 10 es un diagrama de flujo de un método para determinar una localización de un vehículo según zonas predeterminadas en un área de trabajo. Las zonas predeterminadas se pueden establecer antes de que el vehículo realice una tarea en el área de trabajo o atravesase el área de trabajo para realizar una función. El método de la FIGURA 10 comienza con el paso S900.

En el paso S900, se establece una primera zona en un área de trabajo. Por ejemplo, un usuario puede definir una primera zona en base a una inspección o un mapa (por ejemplo, el contorno de magnitud de error de la FIGURA 7) de los datos de calidad de recepción en el área de trabajo a través de la interfaz de usuario 18 y el módulo de estimación de calidad 20. La primera zona es donde los datos de localización de recepción se aplican preferencial o exclusivamente como los datos de localización refinados. En la primera zona, los datos de localización de recepción se asocian con unos datos de calidad de recepción correspondientes que cumplen o exceden un cierto umbral mínimo de fiabilidad dentro de la primera zona. Aunque los datos de localización ópticos y la localización de odómetro en la primera zona pueden ser poco fiables o pueden variar demasiado para ser uniformemente fiables sobre la primera zona, en un ejemplo, los datos de localización de recepción aún se pueden usar para la primera zona, incluso cuando los datos de localización ópticos, los datos de localización de odómetro o ambos tiendan a ser fiables dentro de las áreas de material de la primera zona.

En una realización, la primera zona puede estar definida por un perímetro externo, un perímetro interno o ambos. Se puede definir una serie de puntos (por ejemplo, coordenadas bidimensionales o tridimensionales) en el perímetro externo y el perímetro interno, y almacenarlos en un dispositivo de almacenamiento 39 asociado con el procesador de datos 38.

- 5 En otra realización, la primera zona comprende una serie de celdas en el área de trabajo. Es posible que al menos algunas de las celdas de la primera zona no sean contiguas. Las celdas pueden tener un tamaño y una forma uniformes (por ejemplo, poligonal). Cada celda se puede asociar con sus coordenadas centrales, un intervalo de coordenadas o sus coordenadas de perímetro.
- 10 En el paso S902, se establece una segunda zona en un área de trabajo. Por ejemplo, un usuario puede definir una segunda zona en base a una inspección o mapa (por ejemplo, el contorno de magnitud de error de la FIGURA 7) de datos de calidad ópticos en el área de trabajo a través de la interfaz de usuario 18 y el módulo de estimación de calidad 20. La segunda zona es donde los datos de localización ópticos se aplican preferencial o exclusivamente como los datos de localización refinados. En la segunda zona, los datos de localización ópticos se asocian con los datos de calidad ópticos correspondientes que cumplen o exceden un cierto umbral mínimo de fiabilidad dentro de la segunda zona. Aunque los datos de localización de recepción y la localización de odómetro en la segunda zona pueden ser poco fiables o pueden variar demasiado para ser uniformemente fiables sobre la segunda zona, en un ejemplo, los datos de localización ópticos aún se pueden usar para la segunda zona, incluso cuando los datos de localización de recepción, los datos de localización de odómetro o ambos tiendan a ser fiables dentro de las áreas de material de la segunda zona.
- 20 En una realización, la segunda zona puede estar definida por un perímetro exterior, un perímetro interior o ambos. Se puede definir una serie de puntos (por ejemplo, coordenadas bidimensionales o tridimensionales) en el perímetro externo y el perímetro interno, y almacenarlos en un dispositivo de almacenamiento 39 asociado con el procesador de datos 38.
- 25 En otra realización, la segunda zona comprende una serie de celdas en el área de trabajo. Es posible que al menos algunas de las celdas de la segunda zona no sean contiguas. Las celdas pueden tener un tamaño y una forma uniformes (por ejemplo, poligonal). Cada celda se puede asociar con sus coordenadas centrales, un intervalo de coordenadas o sus coordenadas de perímetro.
- 30 En el paso S904, el receptor de determinación de localización 12 determina los datos de localización de recepción y el receptor de determinación de localización óptica 14 determina los datos de localización ópticos para estimar los datos de localización preliminares que indican si el vehículo está situado en la primera zona o en la segunda zona. Se debería observar en este punto en el tiempo en el paso S904, la posición exacta del vehículo con absoluta precisión o certeza no se conoce porque puede haber un error asociado con los datos de localización de recepción y los datos de localización ópticos. Los datos de localización preliminares se pueden derivar de los datos de localización de recepción, los datos de localización ópticos o ambos.
- 35 Los datos de localización preliminares se pueden determinar según las siguientes técnicas, que se pueden aplicar individual o acumulativamente. Bajo una primera técnica, los datos de localización preliminares comprenden los datos de localización de recepción o los datos de localización ópticos, si los datos de localización de recepción y los datos de localización ópticos son coextensivos o están separados por una tolerancia máxima (por ejemplo, una distancia máxima especificada).
- 40 Bajo una segunda técnica, los datos de localización preliminares comprenden la media geométrica o promedio de los datos de localización de recepción y los datos de localización ópticos, si los datos de localización de recepción y los datos de localización ópticos son coextensivos o están separados por una tolerancia máxima. Por ejemplo, un segmento de línea interconecta las coordenadas de los datos de localización de recepción y los datos de localización ópticos, y la media geométrica o promedio se sitúa en el segmento de línea a la mitad de la distancia entre las coordenadas o los extremos del segmento de línea.
- 45 Bajo una tercera técnica, los datos de localización preliminares comprenden la media geométrica ponderada o el promedio ponderado de los datos de localización de recepción y los datos de localización ópticos, si los datos de localización de recepción y los datos de localización ópticos son coextensivos o están separados por una tolerancia máxima. Por ejemplo, un segmento de línea interconecta las coordenadas de los datos de localización de recepción y los datos de localización ópticos, y la media geométrica ponderada o el promedio ponderado se sitúa en el segmento de línea a alguna distancia (que es proporcional a las ponderaciones asignadas a los datos de localización de recepción y a los datos de localización ópticos) entre las coordenadas o los extremos del segmento de línea.
- 50 Bajo una cuarta técnica, los datos de localización preliminares comprenden los datos de localización de recepción, si los datos de localización de recepción están disponibles o cumplen o exceden un nivel de umbral de fiabilidad. Bajo una quinta técnica, los datos de localización preliminares comprenden los datos de localización ópticos, si los datos de localización de recepción no están disponibles o si los datos de localización de recepción caen por debajo de un nivel de umbral de fiabilidad.
- 55 Bajo una sexta técnica, los datos de localización preliminares comprenden los datos de localización de recepción y los datos de localización ópticos, si los datos de localización de recepción están disponibles o cumplen o exceden un nivel de umbral de fiabilidad y los datos de localización ópticos están disponibles o cumplen o exceden un nivel de umbral de fiabilidad.
- 60 En el paso S906, un procesador de datos 38 o selector selecciona al menos uno de los datos de localización de recepción y la localización óptica como los datos de localización refinados en base a si los datos de localización preliminares caen dentro de la primera zona o la segunda zona establecidas. El proceso de selección del paso S906
- 65

puede determinar cómo seleccionar los datos de localización refinados donde los datos preliminares estimados no son concluyentes o sospechosos en fiabilidad según varios procedimientos, que se pueden aplicar alternativa o acumulativamente. Bajo un primer procedimiento, si los datos de localización preliminares estimados no son concluyentes con respecto a si el vehículo está situado en la primera zona, la segunda zona, el procesador de datos o el selector selecciona los datos de localización de recepción como los datos de localización refinados. Bajo un segundo procedimiento si los datos preliminares estimados no son concluyentes con respecto a si el vehículo está situado en la primera zona o en la segunda zona y si los datos de localización de recepción no están disponibles, el procesador de datos o el selector selecciona los datos de localización ópticos como los datos de localización refinados. Bajo un tercer procedimiento, si los datos preliminares estimados no son concluyentes con respecto a si el vehículo está situado en la primera zona o la segunda zona y si los datos de localización de recepción caen por debajo de un nivel de umbral de fiabilidad, el procesador de datos 38 o el selector selecciona los datos de localización ópticos como los datos de localización refinados. Bajo un cuarto procedimiento, si los datos preliminares estimados no son concluyentes con respecto a si el vehículo está situado en la primera zona o en la segunda zona, el procesador de datos 38 o el selector puede seleccionar por defecto el último tipo de datos de localización seleccionados para la última zona verificable en la que estaba presente el vehículo, a menos que haya transcurrido más de un tiempo umbral máximo.

Al considerar la implementación práctica del método de la FIGURA 10, el error acumulativo del vehículo que se basa en cualquiera de los datos de localización ópticos, los datos de localización de odómetro y los datos de localización de recepción durante un tiempo excesivo o sobre una distancia excesiva sin una comprobación cruzada con diversos datos de localización puede conducir a errores de guiado o deriva. Por consiguiente, donde se usa el método de la FIGURA 10 para ejecutar un plan de ruta, una o más de las siguientes limitaciones se pueden colocar en dependencia excesiva de uno cualquiera del receptor de determinación de localización 12, el sistema de determinación de localización óptica 14 y el sistema de navegación a estima 16. Bajo la primera limitación ilustrativa, un módulo de planificación de ruta 42 ejecuta o determina un plan de ruta del vehículo de manera que el vehículo conmute entre la primera zona y la segunda zona dentro de un cierto límite de tiempo máximo. Bajo una segunda limitación ilustrativa, un módulo de planificación de ruta 42 ejecuta o determina un plan de ruta del vehículo de manera que el vehículo conmute entre la primera zona y la segunda zona dentro de una cierta distancia máxima atravesada por el vehículo.

El método de la FIGURA 11 es similar al método de la FIGURA 10, excepto que el método de la FIGURA 11 se expande para incluir una tercera zona y datos de localización de odómetro. Números de referencia iguales en la FIGURA 10 y la FIGURA 11 indican pasos o procedimientos similares.

Después del paso S900 y del paso S902, el método continúa con el paso S903. En el paso S903, se establece una tercera zona en un área de trabajo. Por ejemplo, un usuario puede definir una tercera zona en base a una inspección o mapa (por ejemplo, el contorno de magnitud de error de la FIGURA 7) de datos de calidad ópticos en el área de trabajo a través de la interfaz de usuario 18 y el módulo de estimación de calidad 20. La tercera zona es donde se aplican los datos de localización de odómetro preferencial o exclusivamente como datos de localización refinados. En la tercera zona, los datos de localización de odómetro están asociados con unos datos de calidad de navegación a estima 36 correspondientes que cumplen o exceden un cierto umbral mínimo de fiabilidad dentro de la tercera zona.

Aunque los datos de localización de recepción y los datos de localización ópticos en la tercera zona pueden ser poco fiables o pueden variar demasiado para ser uniformemente fiables sobre la tercera zona, en un ejemplo, los datos de localización de odómetro todavía se pueden usar para la tercera zona, incluso donde los datos de localización de recepción, los datos de localización ópticos, o ambos, tienden a ser fiables dentro de las áreas de material de la tercera zona.

En una realización, la tercera zona puede definir por un perímetro externo, un perímetro interno o ambos. Se puede definir una serie de puntos (por ejemplo, coordenadas bidimensionales o tridimensionales) en el perímetro externo y el perímetro interno, y almacenar en un dispositivo de almacenamiento 39 asociado con el procesador de datos 38.

En otra realización, la tercera zona comprende una serie de celdas en el área de trabajo. Es posible que al menos algunas de las celdas de la tercera zona no sean contiguas. Las celdas pueden tener un tamaño y una forma uniformes (por ejemplo, poligonal). Cada celda se puede asociar con sus coordenadas centrales, un intervalo de coordenadas o sus coordenadas de perímetro.

En el paso S905, al menos uno de datos de localización de recepción, datos de localización ópticos y datos de localización de odómetro se determinan para estimar los datos de localización preliminares. Los datos de localización preliminares indican si el vehículo está situado en la primera zona, la segunda zona o la tercera zona.

Se debería observar en este punto en el tiempo en el paso S905, que no se conoce la posición exacta del vehículo con absoluta precisión o certeza porque puede haber un error asociado con los datos de localización de recepción, los datos de localización ópticos y los datos de localización de odómetro. Los datos de localización preliminares se pueden derivar de los datos de localización de recepción, los datos de localización ópticos, los datos de localización de odómetro o cualquier combinación de los datos de localización precedentes.

Los datos de localización preliminares se pueden determinar según las siguientes técnicas, que se pueden aplicar individual o acumulativamente. Bajo una primera técnica, los datos de localización preliminares comprenden los datos de localización de recepción, los datos de localización ópticos o los datos de localización de odómetro si los datos de localización de recepción, los datos de localización ópticos y los datos de localización de odómetro son coextensivos o están separados por una tolerancia máxima (por ejemplo, una distancia máxima especificada) unos con respecto a otros.

Bajo una segunda técnica, los datos de localización preliminares comprenden la media geométrica o promedio de los dos más cercanos de los datos de localización de recepción, los datos de localización ópticos y los datos de localización de odómetro, si los datos de localización de recepción, los datos de localización ópticos y el odómetro son coextensivos o están separados unos con respecto a otros por una tolerancia máxima. Por ejemplo, un segmento de línea interconecta las coordenadas de los dos más cercanos de los datos de localización de recepción, los datos de localización ópticos y los datos de localización de odómetro; y la media geométrica o promedio se sitúa en el segmento de línea a la mitad de la distancia entre las coordenadas o los extremos del segmento de línea que se extiende entre los dos más cercanos.

Bajo una tercera técnica, los datos de localización preliminares comprenden la media geométrica ponderada o el promedio ponderado de los datos de localización de recepción, los datos de localización ópticos y los datos de localización de odómetro si los datos de localización de recepción, los datos de localización ópticos y los datos de localización de odómetro son coextensivos o están separados por una tolerancia máxima. Por ejemplo, un segmento de línea interconecta las coordenadas de los dos más cercanos de los datos de localización de recepción, los datos de localización ópticos y los datos de localización de odómetro, y la media geométrica ponderada o el promedio ponderado se sitúa en el segmento de línea a alguna distancia (que es proporcional a las ponderaciones asignadas a los datos de localización de recepción y a los datos de localización ópticos) entre las coordenadas o los extremos del segmento de línea que se extiende entre los dos más cercanos.

Bajo una cuarta técnica, los datos de localización preliminares comprenden los datos de localización de recepción, si los datos de localización de recepción están disponibles o cumplen o exceden un nivel de umbral de fiabilidad. Bajo una quinta técnica, los datos de localización preliminares comprenden los datos de localización ópticos, si los datos de localización de recepción no están disponibles o si los datos de localización de recepción caen por debajo de un nivel de umbral de fiabilidad.

En el paso S909, el procesador de datos 38 o el selector selecciona al menos uno de los datos de localización de recepción, los datos de localización ópticos y los datos de localización de odómetro como datos de localización refinados en base a si los datos de localización preliminares caen dentro de la primera zona establecida, la segunda zona establecida o la tercera zona establecida.

Al considerar la implementación práctica del método de la FIGURA 11, el error acumulativo del vehículo que se basa en cualquiera de los datos de localización ópticos, los datos de localización de odómetro y los datos de localización de recepción durante un tiempo excesivo o sobre una distancia excesiva sin comprobación cruzada con diversos datos de localización (otros datos de localización disponibles del sistema de detección de localización 10) puede conducir a errores de guiado o deriva. Por consiguiente, donde el método de la FIGURA 11 se usa para ejecutar un plan de ruta, una o más de las siguientes limitaciones se pueden colocar en dependencia excesiva de uno cualquiera del receptor de determinación de localización 12, el sistema de determinación de localización óptica 14 y el sistema de navegación a estima 16. Bajo una primera limitación ilustrativa, un módulo de planificación de ruta 42 ejecuta o determina un plan de ruta del vehículo de tal manera que el vehículo conmute entre la primera zona y la segunda zona dentro de un cierto límite de tiempo máximo. Bajo una segunda limitación ilustrativa, un módulo de planificación de ruta 42 ejecuta o determina un plan de ruta del vehículo de manera que el vehículo conmute entre la primera zona y la segunda zona dentro de una cierta distancia máxima atravesada por el vehículo.

Habiendo descrito la realización preferida, llegará a ser evidente que se pueden hacer diversas modificaciones sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones que se acompañan.

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar la localización de un vehículo, el método que comprende:

5 determinar los datos de localización de recepción (26) dentro de una celda de un área de trabajo para el  
vehículo;  
estimar los datos de calidad de recepción (32) para los datos de localización de recepción (26)  
correspondientes para la celda, un receptor de determinación de localización (12) que proporciona los datos  
de localización de recepción (26) de la recepción de energía electromagnética transmitida desde balizas  
10 terrestres o de satélite;  
determinar los datos de localización ópticos (28) dentro de la celda del área de trabajo para el vehículo;  
estimar los datos de calidad ópticos (34) para los datos de localización ópticos (28) correspondientes para la  
celda y  
15 seleccionar al menos uno de los datos de localización de recepción (26) y los datos de localización ópticos  
(28) como datos de localización refinados (40) asociados con la celda en base a los datos de calidad de  
recepción (32) estimados y los datos de calidad ópticos (34) estimados,  
**caracterizado por que** los datos de calidad de recepción (32) estimados se basan en pronósticos de posición  
de satélite para el área de trabajo para el momento esperado de operación del vehículo en el área de trabajo,  
que los datos de calidad ópticos (34) estimados se basan en parámetros de cámara y las localizaciones  
20 correspondientes de una o más cámaras asociadas con el área de trabajo,  
y que la selección comprende seleccionar los datos de localización ópticos (28) como los datos de  
localización refinados (40) si los datos de calidad de recepción (32) estimados y los datos de calidad ópticos  
(34) estimados no están disponibles para el área de trabajo y si los datos de localización de recepción (26)  
caen por debajo de un nivel de umbral de fiabilidad.

25 2. El método según la reivindicación 1, que comprende además:

almacenar un mapa de localizaciones celulares frente a un primer indicador de datos de localización de  
recepción (26) y localizaciones celulares frente a un segundo indicador de datos de localización ópticos (28)  
30 para el área de trabajo para referencia durante travesías posteriores del área de trabajo por el vehículo.

3. El método según la reivindicación 1, en donde la selección comprende establecer ponderaciones relativas para la  
aplicación de los datos de localización de recepción (26) y los datos de localización ópticos (28) en base a los datos  
de calidad de recepción (32) estimados y los datos de calidad ópticos (34) estimados.

4. El método según la reivindicación 1, en donde la estimación de los datos de calidad de recepción (32) comprende  
estimar al menos uno de la Dilución de Precisión de Posición, Dilución de Precisión Relativa, Dilución de Precisión  
Horizontal, Dilución de Precisión Vertical, Dilución de Precisión Temporal y Dilución de Precisión Geométrica.

5. El método según la reivindicación 1, en donde la estimación de datos de calidad ópticos (34) comprende estimar  
una Dilución de Precisión.

6. El método según la reivindicación 1, en donde la estimación de los datos de calidad ópticos (34) comprende  
estimar una figura de mérito en base a al menos una de las especificaciones técnicas de un sensor de visión del  
45 sistema de determinación de localización óptica (14), una escena observada para la primera celda y un algoritmo de  
procesamiento de imágenes para los datos de localización ópticos.

7. El método según la reivindicación 1, que comprende:

50 determinar los datos de localización de navegación a estima (30) dentro de la celda del área de trabajo;  
estimar los datos de calidad de navegación a estima (36) para los datos de localización de navegación a  
estima (30) correspondientes para la celda; y  
seleccionar al menos uno de los datos de localización de recepción (26), los datos de localización ópticos (28)  
y los datos de localización de navegación a estima (30) como los datos de localización refinados (40)  
55 asociados con la celda en base a los datos de calidad de recepción (32) estimados, los datos de calidad  
ópticos (34) estimados y datos de calidad de navegación a estima (36) estimados.

8. El método según la reivindicación 7, en donde la selección comprende establecer ponderaciones relativas para la  
aplicación de los datos de localización de recepción (26), los datos de localización ópticos (28) y los datos de  
60 localización de navegación a estima (30) en base a los datos de calidad de recepción (32) estimados, los datos de  
calidad ópticos (34) estimados y datos de calidad de navegación a estima (36) estimados.

9. El método según la reivindicación 7, en donde la estimación de los datos de calidad de navegación a estima (36)  
comprende estimar las tasas de acumulación de errores.

65

- 5 10. El método según la reivindicación 7, en donde el área de trabajo es un estadio de béisbol, y los datos de calidad de navegación a estima (36) que se obtienen a partir de medición empírica incluyen diferentes valores para un grupo de los siguientes elementos: hierba seca, hierba húmeda, césped artificial seco, césped artificial húmedo y tierra del cuadro, arena del cuadro o material del cuadro.
- 10 11. El método según la reivindicación 7, en donde los datos de calidad de navegación a estima (36) se pueden obtener a partir de mediciones empíricas de al menos uno de un campo seco, un campo mojado, una parte de campo segado, una parte de campo no segado, una parte de campo arado, una parte de campo no arado, una parte cultivada baja, un campo de suelo expuesto y un campo sin plantar.
- 15 12. El método según la reivindicación 7, en donde la selección comprende seleccionar los datos de localización de navegación a estima (30) como los datos de localización refinados (40) si los datos de calidad de recepción (32) estimados y los datos de calidad ópticos (34) estimados no están disponibles para la área de trabajo y si los datos de localización de recepción (26) y los datos de localización ópticos (28) no están disponibles.
- 20 13. El método según la reivindicación 7, en donde la selección comprende seleccionar los datos de localización de navegación a estima (30) como los datos de localización refinados (40) si los datos de calidad de recepción (23) estimados y los datos de calidad ópticos (34) estimados no están disponibles para la área de trabajo y si los datos de localización de recepción (26) y datos de localización ópticos (28) caen por debajo de sus respectivos niveles de umbral de fiabilidad.
- 25 14. Un sistema (11) para determinar una localización de un vehículo, el sistema (11) que comprende:  
un receptor de determinación de localización (12) para determinar los datos de localización de recepción (26) dentro de una celda de un área de trabajo para el vehículo, el receptor de determinación de localización (12) que proporciona los datos de localización de recepción (26) de la recepción de energía electromagnética transmitida desde balizas terrestres o de satélite;  
un estimador de calidad de recepción (22) para estimar los datos de calidad de recepción (32) para los datos de localización de recepción (26) correspondientes para la celda;  
30 un receptor de determinación de localización óptico (14) para determinar datos de localización ópticos (28) dentro de la celda del área de trabajo;  
un estimador de calidad óptico (23) para estimar datos de calidad ópticos (34) para los datos de localización ópticos (28) correspondientes para la celda; y  
un procesador de datos (38) para seleccionar al menos uno de los datos de localización de recepción (26) y los datos de localización ópticos (28) como datos de localización refinados (40) asociados con la celda en base a los datos de calidad de recepción (32) estimados y los datos de calidad ópticos (34) estimados, caracterizado por que el estimador de calidad de recepción (22) está adaptado para estimar los datos de calidad de recepción (32) en base a los pronósticos de posición de satélite para el área de trabajo para el momento esperado de operación del vehículo en el área de trabajo,  
35 que el estimador de calidad óptico (23) está adaptado para estimar los datos de calidad ópticos (34) en base a parámetros de cámara y las localizaciones correspondientes de una o más cámaras asociadas con el área de trabajo,  
y que el procesador de datos (38) está programado para seleccionar los datos de localización ópticos (28) como los datos de localización refinados (40) si los datos de calidad de recepción (32) estimados y los datos de calidad ópticos (34) estimados no están disponibles para el área de trabajo y si los datos de localización de recepción (26) caen por debajo de un nivel de umbral de fiabilidad.
- 40 45 15. El sistema (11) según la reivindicación 14, que comprende además:  
50 un sistema de navegación a estima (16) para determinar los datos de localización de navegación a estima (30) dentro de la celda del área de trabajo; y  
un estimador de calidad de navegación a estima (24) para estimar los datos de calidad de navegación a estima (36) para los datos de localización de navegación a estima (30) correspondientes para la celda; y en donde el procesador de datos (38) selecciona al menos uno de los datos de localización de recepción (26),  
55 los datos de localización ópticos (28) y los datos de localización de navegación a estima (30) como los datos de localización refinados (40) asociados con la celda en base a los datos de calidad de recepción (32) estimados, los datos de calidad ópticos (34) estimados y datos de calidad de navegación a estima (36) estimados.
- 60 16. El sistema según la reivindicación 14, en donde el área de trabajo es un estadio de béisbol, y los datos de calidad de navegación a estima (36) se obtienen de una medición empírica que incluye diferentes valores para un grupo de cualquiera de los siguientes elementos: hierba seca, hierba húmeda, césped artificial seco, material en el jardín, césped artificial húmedo y tierra del cuadro, arena del cuadro o material del cuadro.

17. El sistema según la reivindicación 14, en donde los datos de calidad de recepción (32) comprenden al menos uno de Dilución de Precisión de Posición, Dilución de Precisión Relativa, Dilución de Precisión Horizontal, Dilución de Precisión Vertical, Dilución de Precisión Temporal y Dilución de Precisión Geométrica.
- 5 18. El sistema según la reivindicación 14, que comprende además un dispositivo de almacenamiento de datos (39) para almacenar un mapa de localizaciones celulares frente a un primer indicador de datos de localización de recepción y localizaciones celulares frente a un segundo indicador de datos de localización ópticos para el área de trabajo para referencia durante travesías posteriores del área de trabajo por un vehículo.

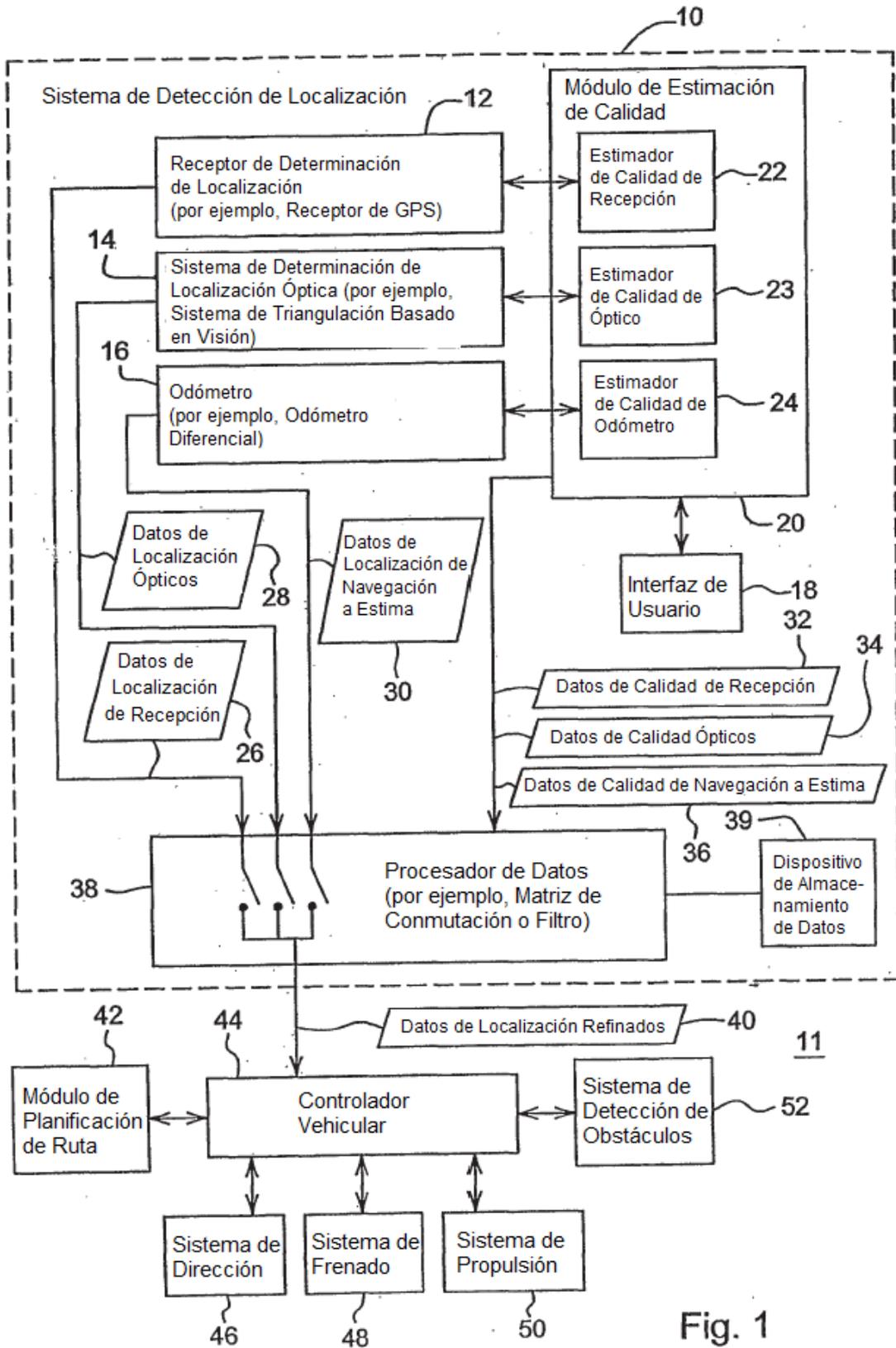


Fig. 1

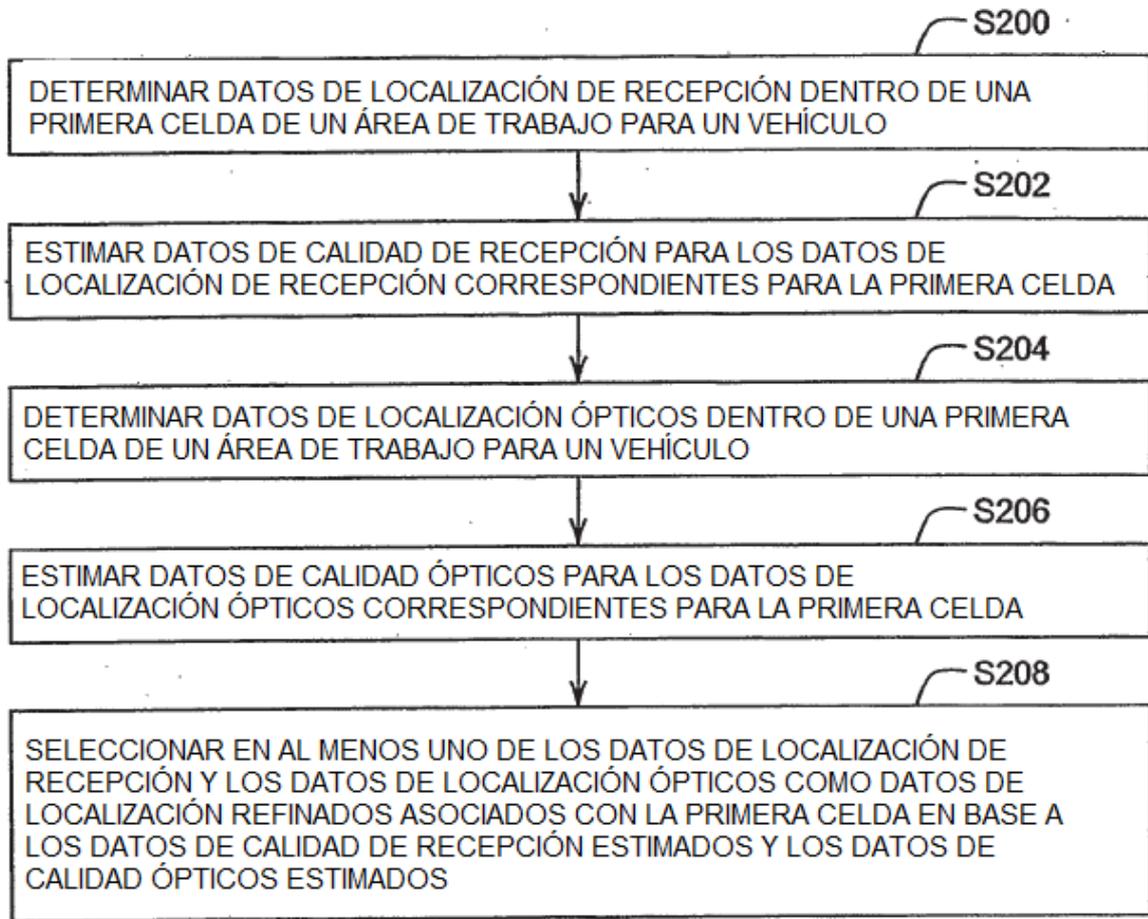


Fig. 2

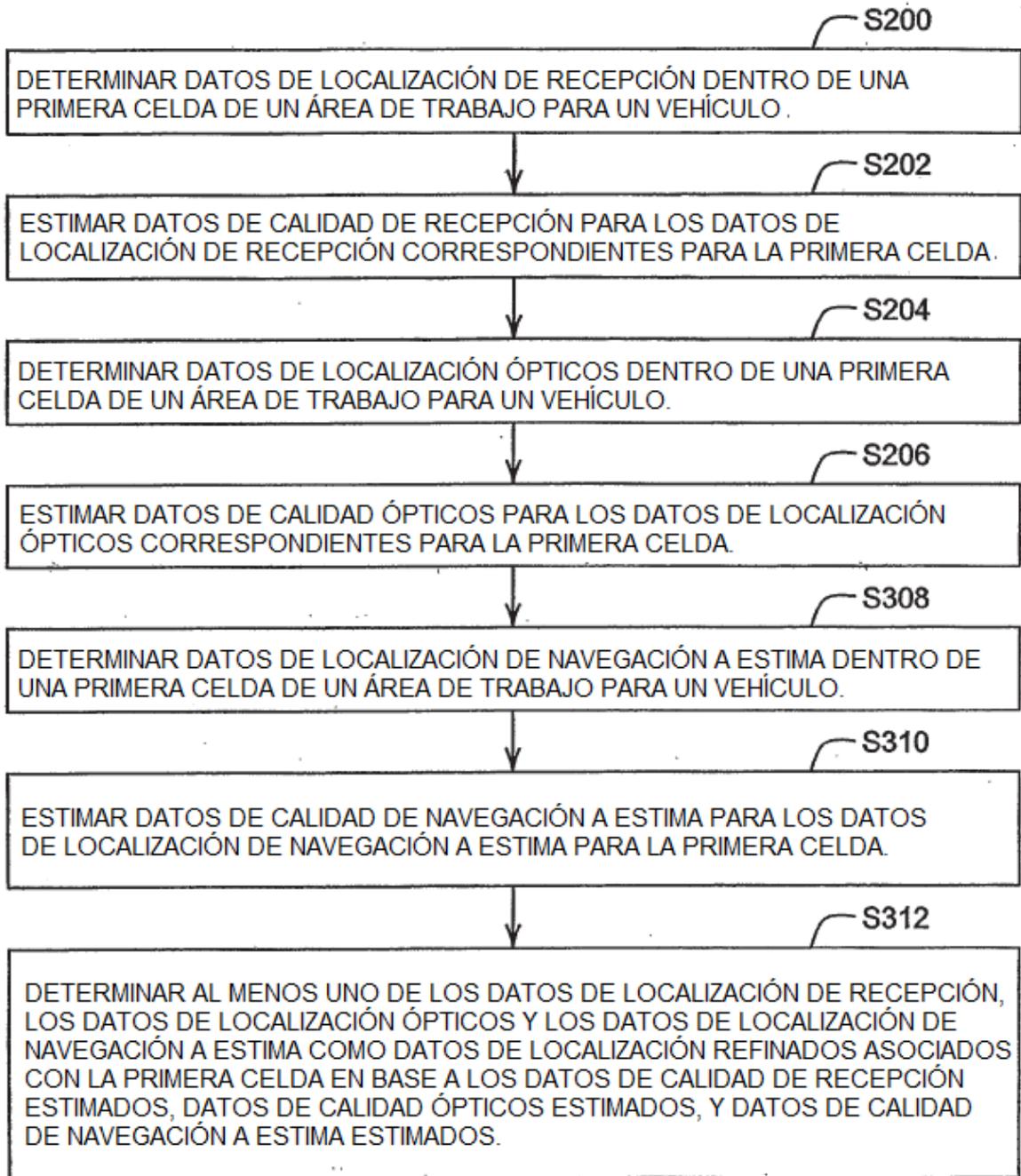


Fig. 3

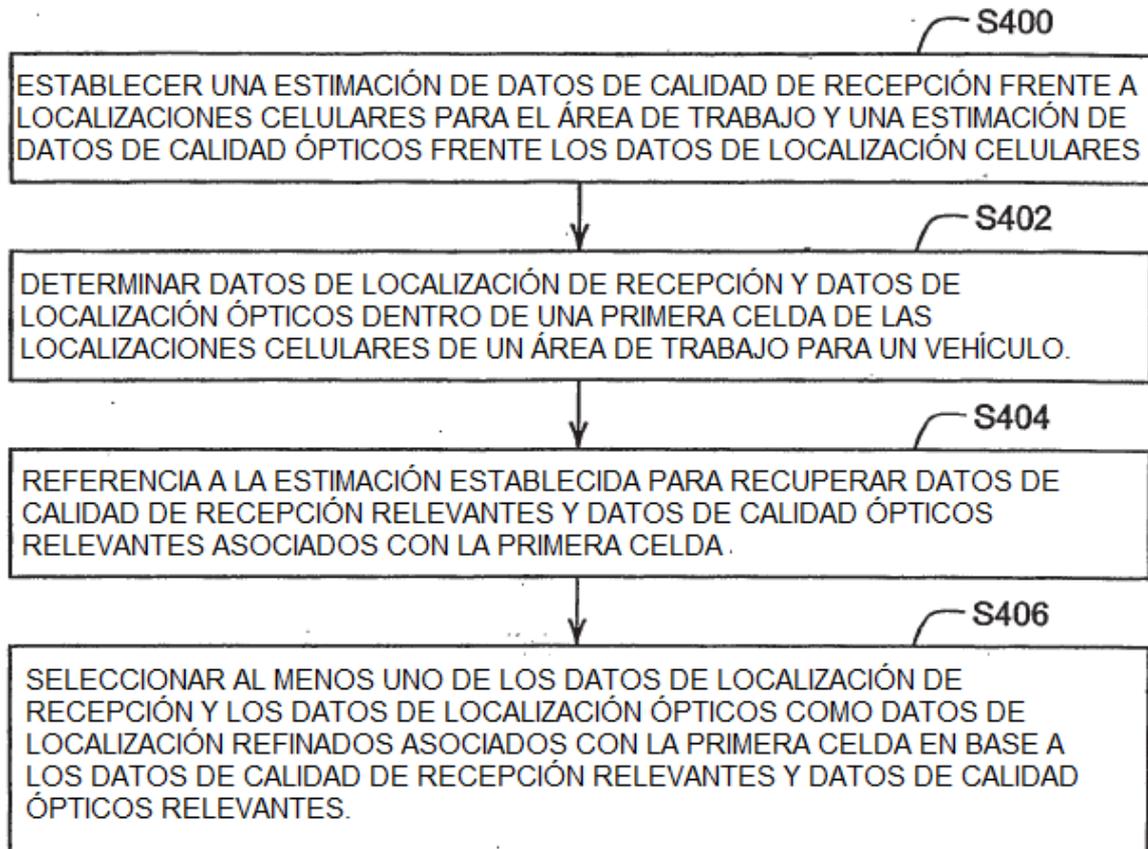


Fig. 4

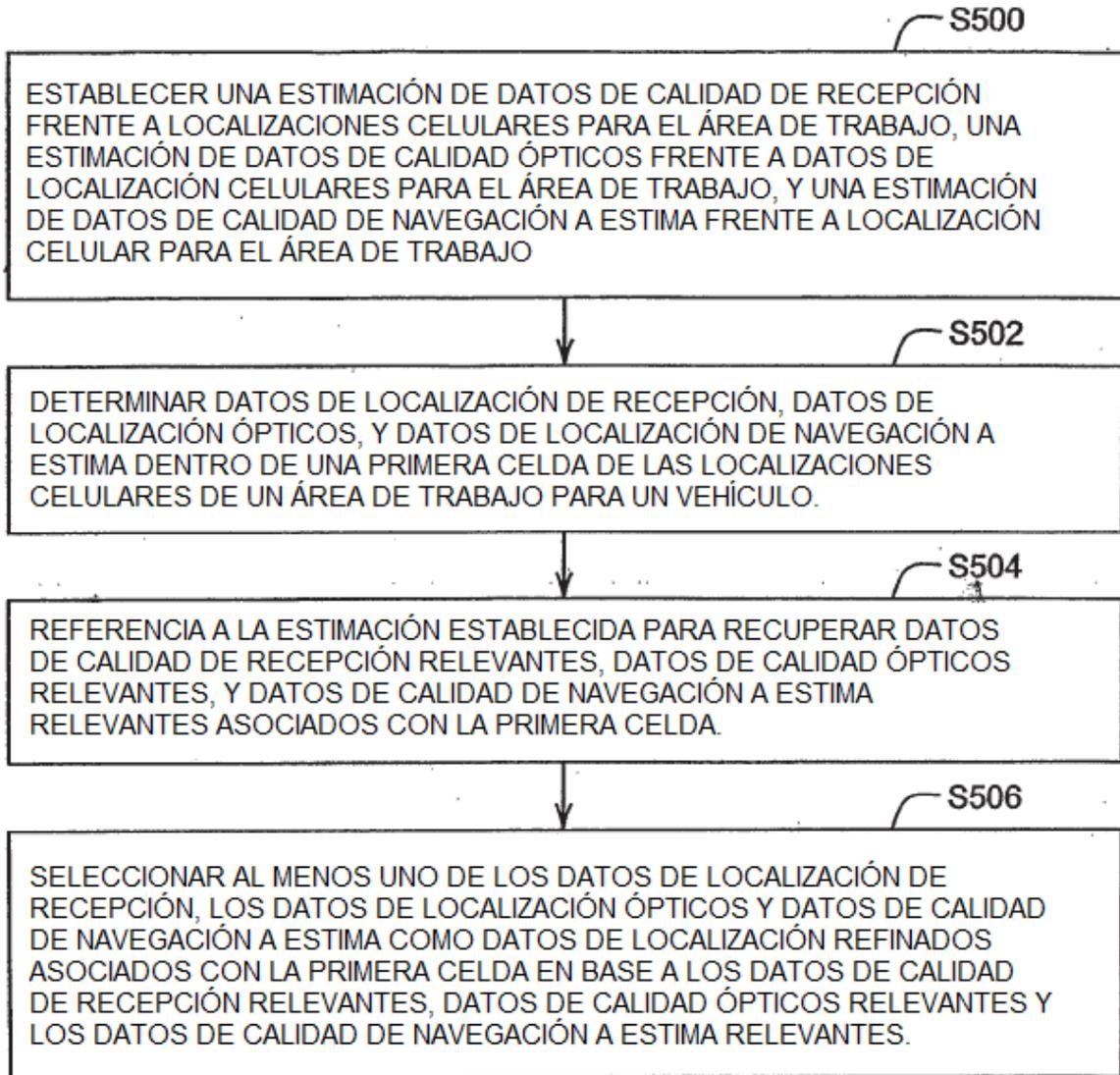


Fig. 5

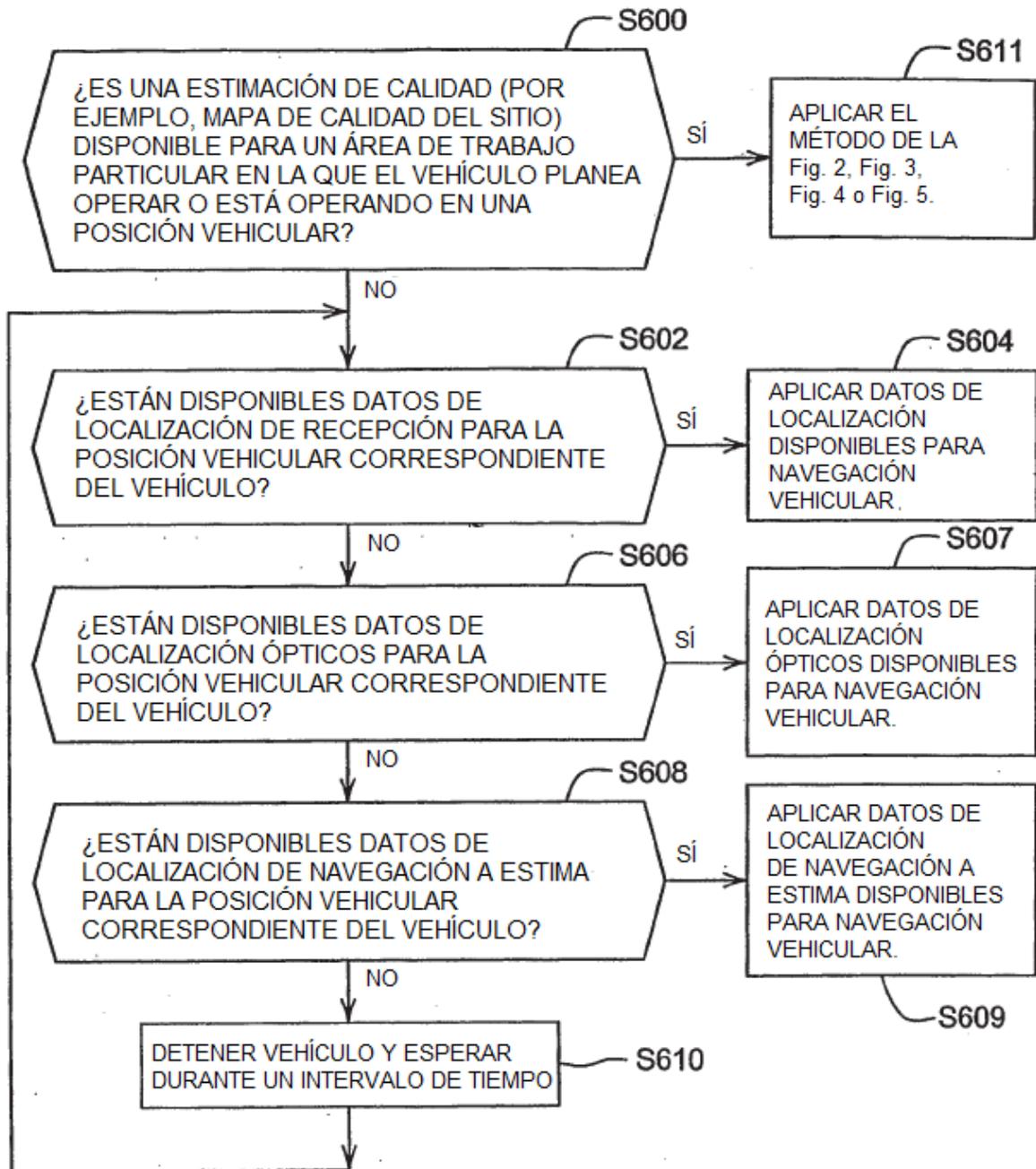
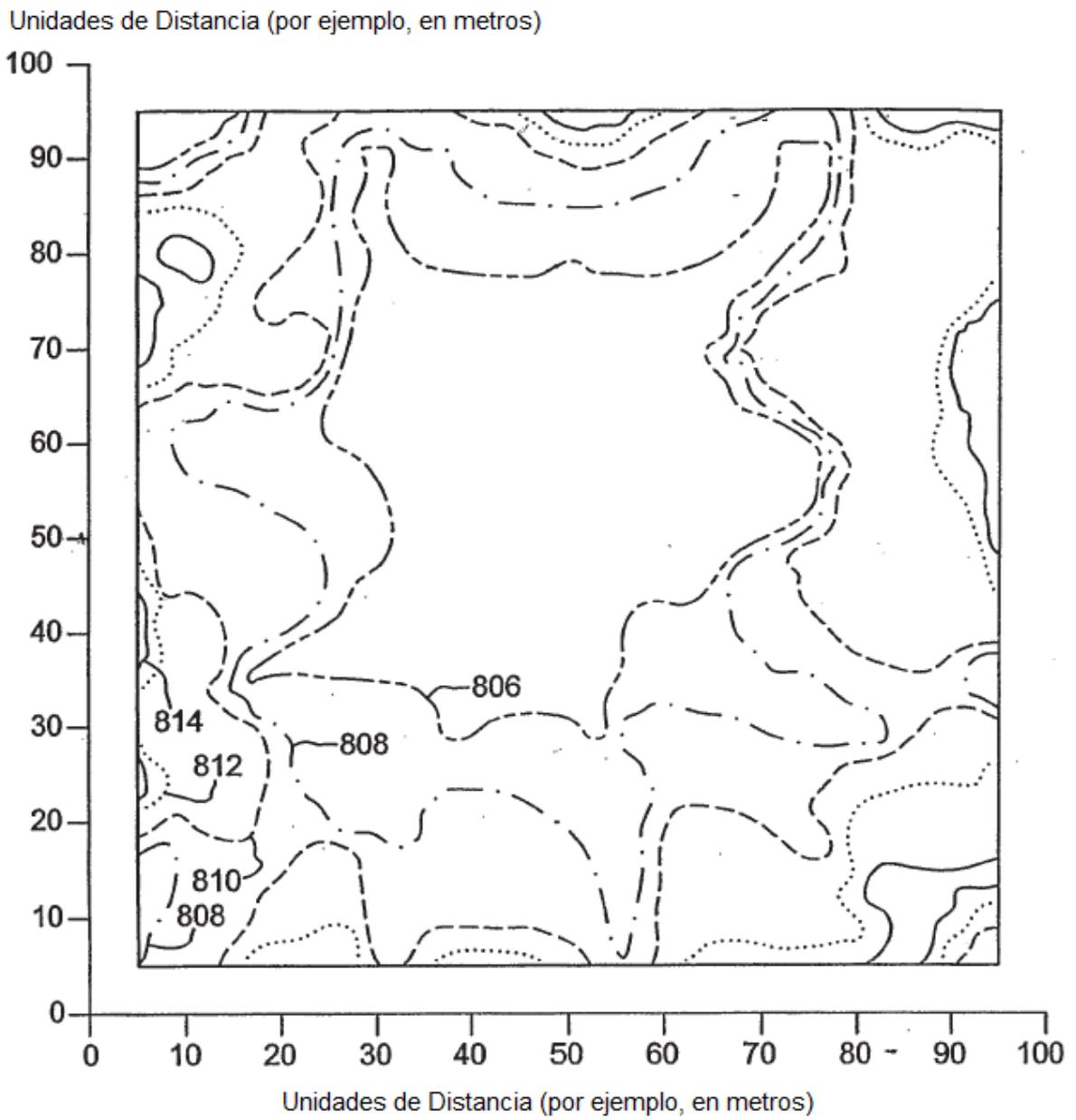
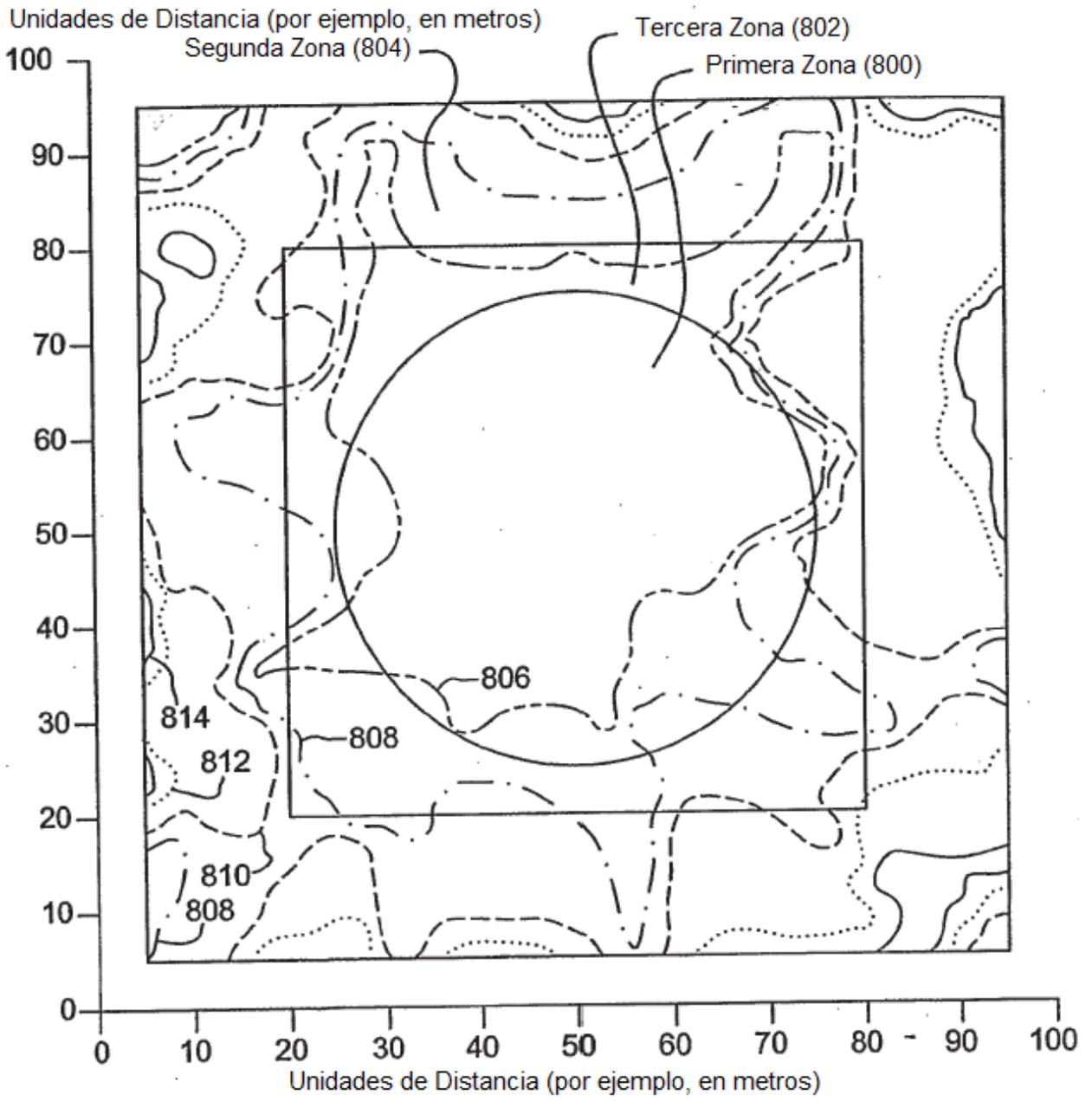


Fig. 6



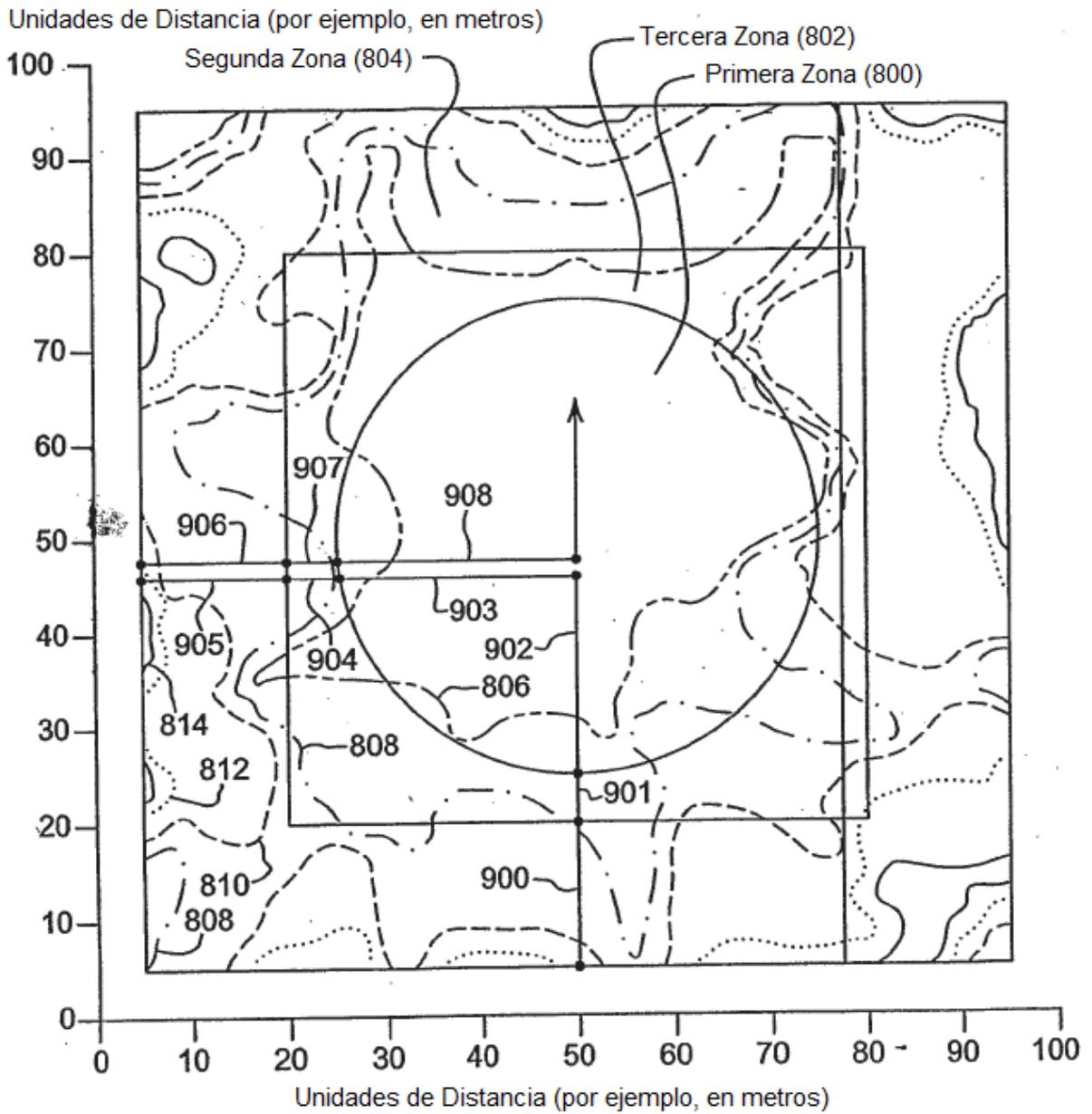
**Fig. 7**

Contorno de Magnitud de Errores en Área de Trabajo



**Fig. 8**

Contorno de Magnitud de Errores en Área de Trabajo



**Fig. 9**

Contorno de Magnitud de Errores en Área de Trabajo

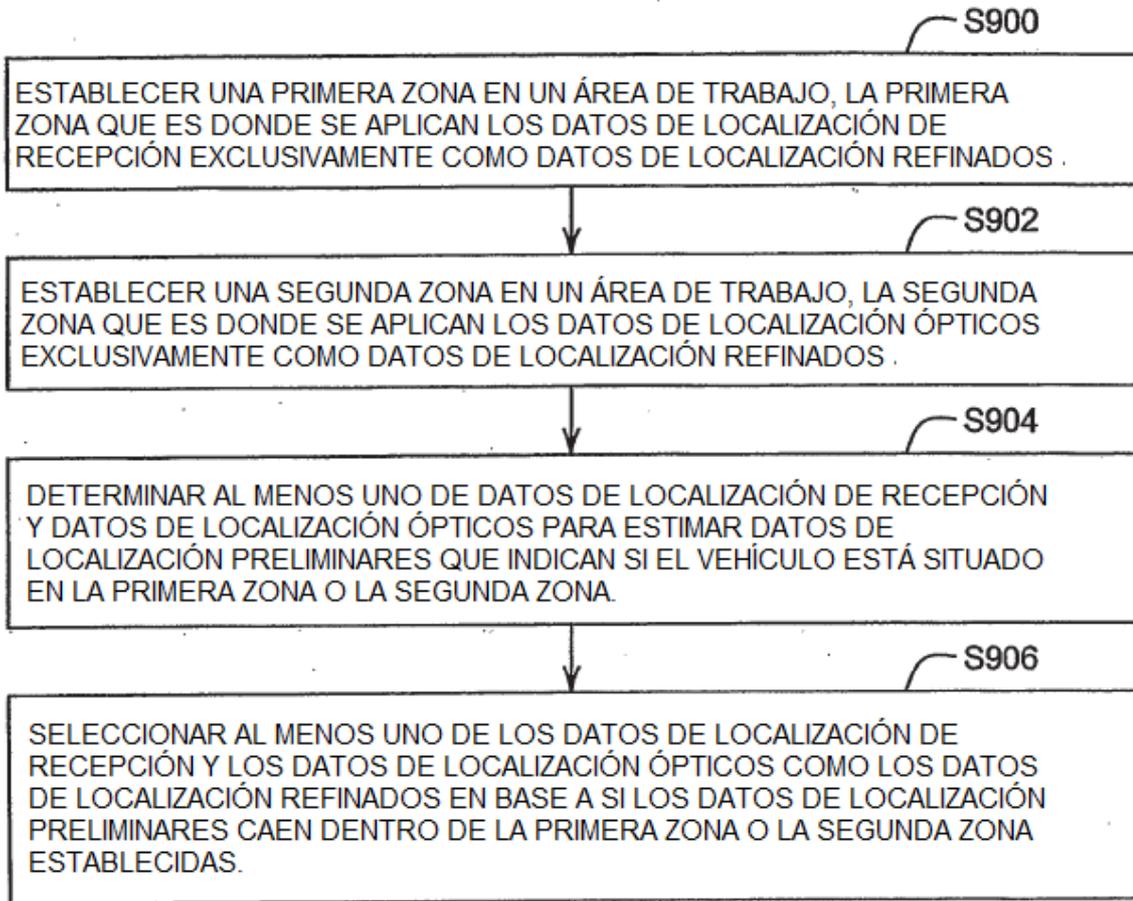


Fig. 10

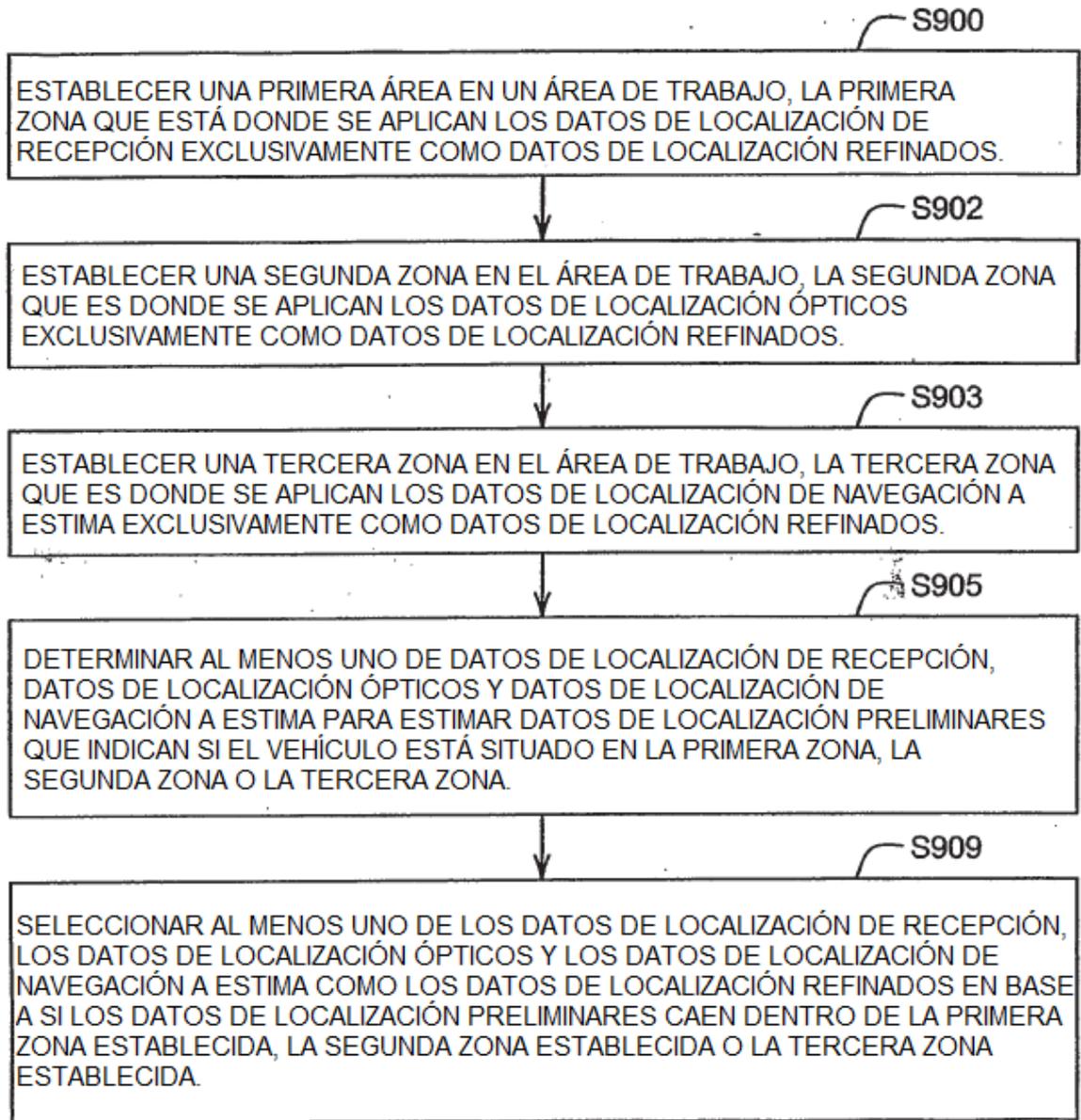


Fig. 11